المُحليات الغذائية



الأستاذ الدكتور
جاسم جندل

دار ومكتبة الكندي للنشر والتوزيع

المحليات الغذائية

الأستاذ الدكتور
جاسم محمد جنـــدل

الطبعة الأولى
2015م/1436هـ



المملكة الأردنية الهاشمية

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(2014/7/3147)

664

الجندل، جاسم محمد

المحليات الغذائية / جاسم محمد جندل، عمان، دار الكندي للنشر والتوزيع، 2014

( ) ص.

ر.أ.: 2014/7/3147

الواصفات: /المحليات// السكر// الأغذية/

• يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

الطبعة الأولى

2015م/1436هـ



عمان – وسط البلد – تلفاكس : 4640597 6 962+

ص.ب 184248 عمان 11118 الأردن

dar_alkindi@yahoo.com

ISBN: 978-9957-523-88-6

الإهـــــــــــداء

إلى زوجتي وأولادي وأحفادي ....

إلى كل قطرة عرق سفحت من أجل الخير........

إلى كل يد مخلصة تبني............................

إلى كل فكر نير يهدي............................

إلى كل ضمير يجود ويعطي........................

إلى كل العاملين في هذا المجال..................

إلى كل شهيد ضحى من أجل هذا البلد ....

أهدي ثمرة سهر الليالي..........................

إلى كل من ساهم في ظهوره ....

أهدي هذا الجهد المتواضع ....

لعله يكون شمعة تساهم في إنارة الطريق ......

المؤلف

المقدمة

إن الحمد لله نحمده ونستعينه ونستهديه ونستغفره ونعوذ بالله من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا من يهديه الله فهو المهتدى ومن يضلل فلن تجد له ولياً مرشدا وأشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له وأن محمد عبده ورسوله أما بعد، يا مولاي يا حبيبي يا إلهي يارب العالمين ربي قد وهبتني ذرة من العلم من غير حول مني ولا قوة فلك الحمد ولك الشكر، رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن اعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين، أسالك يا الله لا تحرمني من لذة النظر إلى جمال وجهك الكريم يوم المزيد، اللهم أني اشهد أني احبك، اللهم أنى أتوق لرؤيتك، اللهم أني أحب النظر إليك يا بديع السموات والأرض يا ذا الجلال والإكرام يا حي يا قيوم، يا حبيبي يالله لا تحرمني ذلك أرجوك يا مولاي إليك يارسول الله يا حبيبي ويا مهجة فؤادي ويامن أتوق لرؤيتك وتقبيل يدك عند الحوض وأشرب من يديك الكريمتين الشريفتين شربة ماء لا أظمأ بعدها أبداً يا من علمتنا ويا من بشرتنا ويا من هديتنا ويا من كنت رحمة لنا ويا صاحب أحن قلب وأرق فؤاد يا من ضحيت لنعيش ويا من تعذبت لنسعد ويا من صبرت وصابرت وعلّمت وفقّهت ويا من نسأل الله تعالى أن يحشرنا في لوائك وأن يكون لنا منزل بجوارك إليك يا حبيبي يارسول الله صلى الله وسلم وبارك الله عليك وعلى آل بيتك الأطهار وأصحابك أجمعين ومن تبعك بإحسان إلى يوم الدين إليكما يا أحبتي إلى من أسال الله سبحانه وتعالى أن يجعلهما في أعلى عليين مع النبيين والصديقين والشهداء والصالحين وحسن أولئك رفيقا رب أغفر هم وارحمهما كما ربياني صغيرا والداي إلى حسنة الدنيا التي غمرتني بالمودة والسكينة والرحمة إلى التي شاركتني حياتي حلوها ومرها سهلها وصعبها إلى التي ووفرت لي من سبل الحياة والرضا والسعادة والتي صبرت وتعبت وسهرت الليالي وتحملت وعانت وساندت ووقفت مني المواقف العظيمة دوما وابدأ لي التي لولاها لما وجد هذا العمل طريقه للوجود ما لم يكن مطلوبا منك شريكة حياتي في الدنيا والآخرة إن شاء الله زوجتي إلى زينة الحياة الدنيا الذين أدعو الله أن يرضى عنهم

فلا يسخط عليهم أبدا إلى أملي الكبير وحبي العظيم وفلذة كبدي ومهجة فؤادي وحاملي رايتي من بعدي ومستقبلنا إن شاء الله تعالى أولادي وأحفادي إلى الذين أتمنى هم السعادة في الدنيا والآخرة وأن يجمعنا سوياً في رحمته ورضوانه في جنات النعيم ولا يتخلف أحدا عنا برحمته ورضوانه أخواني واخواتي وعائلاتهم وذوي أرحامنا إليكم جميعاً أيها المسلمين والمسلمات والمؤمنين والمؤمنات الأحياء منهم والأموات ومن هم حق علينا إلى يوم الحساب والى الذين أسأت إليهم وآذيتهم وظلمتهم سامحوني فقد سامحت كل من أساء إلي وظلمني وجعلت ثواب إساءتهم وظلمهم لي زكاة لي ادخرها عند الله عز وجل إلى جميع البشر الذين شاركتهم الحياة إليكم جميعا أهدى ثواب هذا العمل لا أقول لكم إلا جزاكم الله خيرا أسال الله العلي القدير لكم جميعا الرحمة والرضوان والجنة بجانب رسول الله صلى الله عليه وسلم في الفردوس الأعلى وانه على كل شئ قدير وبالإجابة جدير "وَالَّذِينَ آمَنُوا وَاتَّبَعَتْهُمْ ذُرِّيَّتُهُم بِإِيمَانٍ أَلْحَقْنَا بِهِمْ ذُرِّيَّتَهُمْ وَمَا ألفتناهم مِّنْ عَمَلِهِم مِّن شَيْءٍ كُلُّ امْرِئٍ بِمَا كَسَبَ رَهِينٌ" الطور\21، جعلنا الله تعالي منهم أجمعين أسأل الله تعالى أن يكتب ثوابه لكاتبه وناشره وقارئه وكل من ساعدوني سواء بطريق مباشر أو غير مباشر بدون علمهم وأن ينفعهم هذا العمل في دينهم ودنياهم ويلهمهم دعوة صالحة يدعونها لي بظهر الغيب والله الهادي إلى سواء السبيل والله من وراء القصد الله اكبر ولله الحمد وله المنة على نعمة تأليف كتاب المحليات الغذائية – تاريخها، تعريفها، استخداماتها، انواعها، المحليات الطبيعية والصناعية، صناعة اللاكتوز، مشتقات اللاكتوز، التخمر، الايض، الايض، تأثيراتها وامراضها وأقول والحق أقول بأنه ليس لي فضل في هذا العمل المتواضع سوى الفضل والمنة من الله الذي أهمني ومنحني نعمة الاهتمام بالقراءة وأهمني الجمع والتنسيق والإعداد والتأليف وما أبغي من وراء ذلك سوى رضى الله والطمع في جنته وان اخرج من هذه الدنيا وقد أفدت الناس واستفدت وأن يكون هذا العمل لي صدقة جارية بإذنه تعالى تعينني على أهوال يوم القيامة وشدته وأسأل الله أن يجعل لي أجرا في هذا العمل اقتسمه أنا والذين أخذت عنهم معلومات من مؤلفاتهم وكتبهم ومن شبكة الانترنيت وكل من ساعدوني سواء بطريق مباشر أو غير مباشر بدون علمهم

انه عليم بذات الصدور ولما كنت بشرا ضعيفا فقيراً إلى رحمة ربي خطّاءً تواباً فأني أسال إخوتي أن يوجهوني إذا ما رأوا في هذا الكتاب خطأ أو سهواً أو ضعفاً مني في فهم شيء من قوانين الله تعالى أو تقصير أو خطأ علمياً في نقل أو تحرّ أو تفسير أو اجتهاد خاطئ أو تقصير وهم منى جزيل الشكر والتقدير فالمسلم للمسلم كالبنيان المرصوص يشد بعضه بعضا وإني أسال الله تعالى أن يكون عملنا هذا خالصاً لوجهه تعالى ومتقبلا وان يكون في ميزان حساناتنا "يَوْمَ لَا يَنفَعُ مَالٌ وَلَا بَنُونَ، إِلَّا مَنْ أَتَى اللَّهَ بِقَلْبٍ سَلِيمٍ" الشعراء\88،89 إني لا أنتظر من إخواني المؤمنين إلا كل مساعدة وعون وتوجيه فذلك لان الله قال فيهم "إِنَّمَا الْمُؤْمِنُونَ إِخْوَةٌ فَأَصْلِحُوا بَيْنَ أَخَوَيْكُمْ وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُرْحَمُونَ" الحجرات\10، واني أسال الله العظيم أن يلحقنا بإخواننا المؤمنين الصالحين "رَبَّنَا اغْفِرْ لَنَا وَلِإِخْوَانِنَا الَّذِينَ سَبَقُونَا بِالْإِيمَانِ وَلَا تَجْعَلْ فِي قُلُوبِنَا غِلًّا لِّلَّذِينَ آمَنُوا رَبَّنَا إِنَّكَ رَؤُوفٌ رَّحِيمٌ" الحشر \10، ولا أدعو إلا كما دعا يوسف عليه السلام وعلى رسولنا الصلاة والسلام "رَبِّ قَدْ آتَيْتَنِي مِنَ الْمُلْكِ وَعَلَّمْتَنِي مِن تَأْوِيلِ الْأَحَادِيثِ فَاطِرَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ أَنتَ وَلِيِّي فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ تَوَفَّنِي مُسْلِمًا وَأَلْحِقْنِي بِالصَّالِحِينَ" يوسف\101 واني أدرك تماما إن هذه تجربة جديدة علي ولذلك اسأل من إخوتي ألا يؤاخذوني إذا ما وجدوا خطا أو سهو أو تحليلاً خاطئاً فقد اجتهدت ما استطعت ولا أقول إلا كما قال شعيب عليه السلام وعلى رسولنا الصلاة والسلام "إِنْ أُرِيدُ إِلاَّ الإِصْلاَحَ مَا اسْتَطَعْتُ وَمَا تَوْفِيقِي إِلاَّ بِاللّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ" هود \88 وأسأل الله سبحانه وتعالى أن ينزع الكبر والكبرياء والفخر والتفاخر من قلوبنا وان يجعل كل حركاتنا وسكناتنا وانفاسنا وكل ما وهبنا خالصا لوجهه الكريم وان ينزع الغرور وفتنة العلم من قلوبنا ونفوسنا انه على كل شيء قدير وبالإجابة جدير والله تعالى ولي التوفيق.

المؤلف

الفصل الأول

المحليات

المحليات Sweeteners

المحليات هي مضافات غذائية تكون مستعملة أو مقصودة لتستعمل اما ان تعطي مذاق حلو للغذاء أو كمحليات tyabletop وهي منتجات تتكون من أو تتضمن اي محليات مسموح استعمالها الذي تكون مقصودة للبيع لغرض الاستهلاك وتستعمل المحليات الصناعية أو غير الطبيعية كبديلة للسكر لانتاج اغذية منخفضة الطاقة وهي أغذية غير منتجة للسعرات الحرارية، أغذية بدون إضافة سكر، تمديد قابلية الحفظ خلال استبدال السكر واستعمالها لاغراض اخرى عدا التحلية مثل السوربيتول المستعمل humectants وتستعمل في صناعة اليوغارت، المثلجات، الايس كريم، تغليف الحبوب، الشرابت والمشروبات ودمج المحليات يعتمد على نوع المواد المحلية المستعملة، نوع الفاكهة المستعملة، التأثيرات المثبطة على بكتريا البادىء، المواصفات المحلية والاعتبارات الاقتصادية وان نوع السكر ومستواه من العوامل المهمة في موازنة ونوعية المنتج النهائي ويختلف محتواها مع اختلاف محتوى المواد الصلبة، طريقة الدعم والسكريات الطبيعية الموجودة في الفواكه كالسكروز، الفركتوز، الكلوكوز والمالتوز، الأنواع المختلفة من السكريات لا تنتج تأثيرات محلية متساوية وبعض المواد المحلية لها تأثير على صفات الخليط والناتج النهائي ولاختيار المادة المحلية في صناعة اليوغارت المطعم أو يوغارت الفاكهة يجب الاخذ بنظر الاعتبار العوامل التالية:

أ. توفر المواد المحلية وكلفتها ويعتبر السكروز اكثرها توفرا واقلها سعرا.

ب. التسشريعات المحلية التي تحدد من استعمال نوع السكر المسموح كمادة مضافة للغذاء ومعظم المواد المحلية مشتقة من منتجات طبيعية ما عدا المحليات الصناعية الغير مسموح استعمالها.

ج. سهولة خزنها وانتاجها بشكل حبيبات مما يسهل ذلك من خزنها في اكياس كبيرة أو صغيرة للسيطرة على الرطوبة لمنع التكتل caking او بشكل عصير الذي يخزن بعبوات معدنية كبيرة.

المحليات في الاغذية المركبة: يسمح وجود المحليات المسموح استعمالها في الاغذية المركبة للمدى الذي يسمح استعمال المحليات بواسطة التشريعات في واحد من المكونات في الغذاء المركب ومن المحليات المسموح استعمالها في الاغذية المركبة هي الاغذية بدون اضافة سكر او الذي تكون منخفضة الطاقة والأغذية المقصودة للتغذية منخفضة السعرات وهي الاغذية المقصود لتغذية الاطفال والرضع أو الاغذية مع قابلية حفظ قصيرة.

بديل السكر: عادة ما تسمى البدائل غير الطبيعية بالمحليات الصناعية وتعتبر فئة من بدائل السكر بالمحليات عالية الكثافة وهي مركبات تملك عدة أضعاف من حلاوة السكروز ولذلك تحتاج كمية أقل من المحلي وبالتالي فإن الطاقة المضافة تعتبر ضئيلة وهي من المواد المضافة للأغذية التي تعطي نفس تأثير السكر على حاسة التذوق وعادة ما يكون أقل من السكر من ناحية السعرات الحرارية وبعض بدائل السكر تعتبر طبيعية وبعضها مصنعة فالإحساس بالحلاوة الذي ينتج من المركبات يعتبر في بعض الأحيان مختلف مقارنة بالسكروز لذلك يستعمل في الكثير من الأحيان ضمن خليط معقد الذي يحقق الإحساس بالحلاوة بشكل طبيعي أكثر.

الهضم: البكتريا المحللة للاميلوبكتين في القولون والأعور Cecum تعمل على هضم السكريات المتعددة وتخمرها الهيموسيليلوز اكثر تحلل وهضم بواسطة الميكروفلورا من السيليلوز والهضم البكتيري ينتج أحماض دهنية واطئة مثل حامض الخليك والبروبيونيك وكحولات وغازات مثل الميثان والهيدروجين يحصل امتصاص الأحماض الدهنية الواطئة بواسطة المضيف ويستفاد منه لتخليق الدهن والكربوهيدرات وهذه الأحماض تحفز التقلص المعوي والغازات يمكن طردها من خلال الشرج Anus وتمتص جزئيا وتطرد خلال هواء الزفير.

القيمة السعرية: فالقيمة السعرية هي 1غم من الكربوهيدرات يعطي 4,65 سعره حرارية، القيمة السعرية = و × ح- التصحيح\وزن العينه بالغرامات حيث أن

و= وزن الماء في الحمام المائي، ح= فرق درجة حرارة الماء قبل وبعد حرق العينة، وبما أن معامل هضم الكربوهيدرات 98% لذلك عند حساب القيمة السعرية لحرق الأغذية في جسم الإنسان يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار، الفقد في الطاقة لأن كمية الحرارة الناتجة عن احتراق الغذاء تكون اقل من حالة المسعر وذلك لعدم اكتمال هضم المواد الغذائية، 1 غم من الكربوهيدرات= 4,1 ×98 \100 = 4 سعرة\غم وتسمى تلك القيم بالقيمة الفسيولوجية للأغذية والتي تنتج من ضرب القيمة السعرية للأغذية في معاملات هضم الغذاء وباستعمال هذه الأرقام يمكن حساب القيمة السعرية للأغذية التي تحتوي على اكثر من واحد من المركبات الغذائية بعد معرفة نسبة هذه المحتويات ولحساب القيمة السعرية لمادة غذائية تحتوي 4,9% كربوهيدرات هي 4,9×100\100 =4,9 غم كربوهيدرات.

استخدام المحليات

تختلف مواد التحلية الصناعية عن المحليات الطبيعية مثل السكر في المقام الأول واقع أن بدائل السكر الصناعية الأكثر استخدام اليوم هي كثافة عالية من المحليات، حلاوة أعلى من السكروز نتيجة لذلك فأن إضافة كميات صغيرة من هذه المحليات الصناعية يتحقق نفس الطعم الحلو كالتي في إضافة منتجات السكروز الطبيعي فالعديد من المحليات خاصة وضعت لاستخدام الأفراد السكري والناس بعد ارتفاع مستويات السكر في الدم تحتوي على هذه الأنواع من مواد التحلية الصناعية التي توفر مستويات متزايدة من الطاقة مع عدم زيادة مستوى السكر في الدم في أي شكل من الأشكال فأشكال السكر البديل في عالم اليوم هي كثيرة البعض منها يمكن أن تكون ضارة فقط كما السكر نفسه فإن مشتقات السكر الصناعية مثل البوتاسيوم السكرين، اسبارتام، سوكرالوسي، نيوتام وأسيسولفامي وخمسة من الأكثر شيوعاً استخدام مواد التحلية الصناعية وتشكل خطرا على صحة الإنسان ومن أجل تجنب الآثار السيئة هذه المحليات الضارة يجب أن نلجأ إلى الأشكال العضوية الطبيعية من المحليات والتي نفتقد إلى الآثار الضارة للمواد الكيميائية والسعرات الحرارية وأخرى

مثل هذه العناصر الضارة وهذا هو السبب من استخدام بدائل السكر الطبيعية في العصر الحديث مثل السوربيتول و xylitol التي تم العثور عليها في مختلف الطبيعية من الفواكه والخضراوات والتوت والفطر.

أولا: المحليات الصناعية: لا يستحب استخدام المحليات غير السكرية بكميات كبيرة ويحبذ استخدامها في حالات ارتفاع السكر، المناسبات والحفلات ولتحلية بعض المشروبات غير مستساغة الطعم بدون سكر مثل الليمون، الكركديه والتمر الهندي ومن النقاط المهمة الأخرى عند التعامل مع الاغذية والمشروبات خالية من السكر أو اللايت أو الدايت التعرف على مكوناتها الحقيقة حيث ان هناك التباس عن الكثير من الناس بين المشروبات والاطعمة الخالية من السكر والاخرى غير المضاف اليها سكر التي تحتوي على سكرها الطبيعي فقط مثل عصير الفاكهة الطبيعي أو الالبان وكذلك فإن الاغذية والمشروبات والتي يطلق عليها لايت أو دايت قد يقصد بها تقليل كمية السكر بمكوناتها او قد تحتوي على سكر الفركتوز أو قد يقصد بها ان تكون قليلة أو خالية الدهون ولذا فمن المهم ان يتعود مرضى السكر.

1. **الصناعات الغذائية:** تزداد عملية استبدال السكر أو شراب الذرة في صناعة الغذاء والمشروبات بالمحليات الصناعية في نطاق من المنتجات التي يستخدم فيها السكر بشكل تقليدي ويعتبر الاسبرتام المحلي الصناعي الأكثر شهرة حالياً في الصناعة الغذائية في الولايات المتحدة الأمريكية فبعض الأغذية التي يشيع استهلاكها مع المحليات البديلة هي المشروبات الغازية الخالية من السكر والحبوب والحلويات الخالية من السكر مثل المثلجات وقد عثر على محليات بديلة في العديد من المنتجات نظرا لخصائصها بانخفاض السعرات الحرارية فيها ويمكن للأشخاص المصابون بالسكري أن يستفيدوا بشكل كبير من بدائل المحليات التي لا تؤثر على مستوى السكر في الدم بشكل كبير وهذا يساعد على الحفاظ على مستوى منخفض من الأنسولين المستخدم في الجسم ومستوى السكر في الدم فالاغذية المسموح احتوائها على محليات مسموحه هي المحليات المسموح

استعماها في الاغذية واقصى جرعة مسموح استعماها تختلف طبقا الى نوع الغذاء ويمكن استعمال اثنين او اكثر من المحليات في الغذاء المنفرد واستعمال المحليات في الاغذية للاطفال والرضع الذين لا يكونون في صحة جيدة وهي ما تعرف اغذية الاطفال الرضع منها الاغذية المحضرة خصيصا للرضع والاطفال الذين هم في صحة غير جيدة او لديهم اضطراب في الايض أو الهضم وليس هم القدرة للحصول على فائدة من السيطرة على الاستهلاك في بعض المواد في الغذاء ولغرض منعها.

2. المساعدة في تخفيف الوزن: يختار بعض الأشخاص الحد من استهلاكهم للطاقة الغذائية من خلال استبدال السكر عالي الطاقة أو شراب الذرة بالمحليات الأخرى التي تحتوي على القليل من الطاقة وهذا يجعلهم قادرين على تناول الطعام نفسه الذي يريدونه بشكل طبيعي مع السماح هم بإنقاص وزنهم وتجنب مشاكل أخرى مرتبطة مع زيادة السعرات الحرارية المتناولة.

3. العناية بالأسنان: تعتبر بدائل السكر صديقة الأسنان لأنها لا تتخمر من قبل البكتريا أو الأحياء الدقيقة الموجودة على الأسنان ومن الأمثلة على السكر الذي يمكن أن ينفع صحة الأسنان هو إكسيليتول الذي يعمل على منع البكتريا من الالتصاق بسطح السن وهذا يمنع من تشكل البلاك الذي يؤدي إلى التسوس فإن الكربوهيدرات والسكر المستهلكة عادة ما تلتصق ببناء الأسنان ويمكن للبكتريا أن تتغذى على هذا الغذاء والسماح لها بالتكاثر بسرعة وعندما تتغذى البكتريا على السكر تعمل على تحويله إلى مخلفات حامضية التي تعمل على اضمحلال بنية السن ولا يمكن للإكسيليتول أن يتخمر عن طريق هذه البكتريا فتواجه البكتريا صعوبة بالغة وهذا يساعد على منع على تكون البلاك فالمحليات البديلة مثل زايليتول وسكرين لها العديد من نتائج الأبحاث الإيجابية التي أظهرت جودتها في منع تسوس الأسنان.

4. داء السكري: يعاني مرضى السكري من صعوبة في تنظيم مستوى السكر في الدم عن طريق الحد من تناول السكر وتناول المحليات الصناعية يمكن الاستمتاع

بنظام غذائي متنوع مع التحكم بالسكر المتناول، بعض بدائل السكر تعطي طاقة ولكن يتم ايضها ببطء أكثر مما يسمح لمستوى السكر في الدم أن يبقى في حالة مستقرة مع مرور الوقت.

5. **رد فعل نقص السكر في الدم:** الأشخاص المصابين برد فعل نقص السكر في الدم ينتجون كمية فائضة من الأنسولين بعد امتصاص الكلوكوز بسرعة في مجرى الدم وهذا يؤدي إلى هبوط مستوى السكر في الدم إلى كمية أقل من المطلوبة للجسم السليم ووظائف الدماغ ونتيجة لذلك مثل مرضى السكري يجب الابتعاد عن الاغذية ذات المؤشر الكلايسمي المرتفع مثل الخبز الأبيض وعادة ما يتم اختيار المحليات الصناعية كبديل لذلك.

6. **زيادة الوزن:** ان ازدياد زيادة الوزن والسمنة مرتبطة مع زيادة تناول المشروبات الغازية الخالية من السكر في المجتمع إذا ما كان ازدياد زيادة الوزن يؤدي إلى زيادة استهلاك المشروبات الغازية الخالية من السكر أو إذا ما كان استهلاك المشروبات الغازية له تأثير على زيادة الوزن.

7. **استجابة الأنسولين للمحليات الصناعية:** أن الطعم الحلو الناتج عن المحليات الصناعية يستحث استجابة الأنسولين وضخ السكروز داخل معدة الإنسان اظهر عدم وجود استجابة للانسولين من مستقبلات التذوق مما يؤدي افراز الانسولين إلى تخزين سكر الدم في أنسجة الجسم بما في ذلك الدهون في حالة وجود استجابة إلى المحليات الصناعية لأن مستوى السكر في الدم لا تتم زيادته مما يزيد من هبوط السكر في الدم أو يزيد من مستوى الانسولين في الدم ويزيد من كمية تناول الطعام في وقت الوجبة التالية.

8. **الخبز البديل:** هو عبارة عن مادة غذائية من الحبوب نسبة النشأ فيها أقل تقي مرضى السكر من اختلال التوازن لأن زيادة النشأ في الخبز كما في الدقيق الأبيض يتحول إلى كلوكوز في الدم مما يسبب ارتفاع السكر لدى المصاب بهذا المرض الأمر الذي يشكل مصدر عناء لبعض الأشخاص بسبب تدني الوعي في جانب الثقافة الغذائية لمن يسهرون على صحة مرضى السكر والخبز البديل لا يعدو أن يكون

جزءاً من المواد المستخدمة في الطب البديل والذي هو ليس جديداً لكنه يمارس بخبرة عملية في الوقت الراهن ويصنع الخبز البديل لبعض الفئات خاصة الذين يعانون من مرض السكري وهو عبارة عن خبز أو كيك لونه أسمر وهو عبارة عن جمع وخلط أنواع من البقوليات مثل الذرة والعدس والحمص والصنوبر وطحنها مخلوطة كدقيق قليل النشأ وهذا الخلط يقلل النشأ قدر الإمكان وتضاف حبوب السمسم إلى الخبز وقد تلاحظ حبوب الصنوبر واضحة في الخبز وعندما يصنع لمرضى السكر خاصة في الأسواق العالمية فإن سعره يكون مرتفعاً فالخبز البديل يمثل حمية ويدخل فيه نوع من المحليات الصناعية بديلة لسكر المائدة الذي يستخدمه الناس الأصحاء وهذه المحليات الاصطناعية في الخبز البديل تستخدم ليكون طعمه مقبولاً من حيث حلاوة الطعم في الخبز أو الأطعمة الخاصة بمرضى السكري والشركات المصنعة للخبز البديل من أجلهم وما فيها من محليات بمواد صناعية كمربى أو طحينية أو كيك وهذه المحليات سبباً لبعض الأمراض فهناك الاسبرتام على هيئة حبوب تحتوي أحماضاً أمينية وهي ممنوعة في بريطانيا ومسموح بها في الولايات المتحدة فأن بعض المحليات الصناعية في الخبز البديل تسبب أمراضاً سرطانية في الإنسان فعندما تستخدم المحليات في صناعة الغذاء الخاص بالمرضى وخاصة مرضى السكر فعلى أساس أن تكون المادة الحلو بنسبة محددة ولا تزيد عن المسموح وهو أن يكون مذاق الغذاء مقبولاً وذلك وفق تشريعات تشمل الأغذية أو الخبز البديل لغير مرضى السكري وهذه المحليات ممنوعة الاستخدام في غذاء الأطفال والمشروبات المصنعة هذه الفئة العمرية وقد يستخدم المصنعون محليات في منتجات غذائية للأطفال لأنها مواد اصطناعية رخيصة التكلفة مقارنة بأسعار سكر المائدة وهذا ممنوع في الدول ذات الدور الفاعل للرقابة على صناعة الأغذية والحريصة على حماية المستهلك والإيفاء بالالتزامات من حيث ضرورة كتابة التعليمات والبيانات على عبوات المواد والمشروبات.

ثانيا : المحليات الطبيعية

1. **اليوغارت:** المحليات مشتقة من بقايا سكر الحليب اللاكتوز، سكر القصب او البنجر السكروز، الكالاكتوز والكلوكوز وغالبا ما يستعمل السكروز كعامل محلي في صناعة اليوغارت والذي تضاف اما قبل بسترة الخليط أو في المرحلة عند اضافة الفواكه أو المواد المطعمة وتستعمل اما الفواكه المحفوظة الذي لا تحتوي أي مواد محلية مضافة أو الفواكه المضاف لها محليات وهي الاكثر شيوعا وحلاوتها تعتمد على مستوى ونوع الكربوهيدرات الموجودة فالسكروز يسبب فقد حموضة اليوغارت بينما السكر الناعم يعطي حلاوة بدون فقد في الطعم الحامضي وغالبا ما تستعمل المحليات في صناعة اليوغارت المطعم بالفاكهه لانتاج يوغارت طبيعي حلو وتركيز المحليات يمنع انجماد مكونات الايس كريم بدرجة حرارة منخفضة جدا والهدف الاساسي من اضافة المحليات الى اليوغارت لخفض اللزوجة للمنتوج، دمج المحليات يعتمد على نوع المواد المحلية المستعملة، نوع الفاكهة المستعملة، التاثيرات المثبطة على بكتريا البادىء، المواصفات المحلية والاعتبارات الاقتصادية ويختلف محتواها مع اختلاف محتوى المواد الصلبة، طريقة الدعم والسكريات الطبيعية الموجودة في الفواكه كالسكروز والفركتوز والكلوكوز والمالتوز أو تضاف السكريات الى اليوغارات ويمكن اضافة 3-4% السكروز الى اليوغارت العادي ويحتوي يوغارت الفاكهة اقل من 10% سكر ويتراوح مستوى المحليات المضافة الى اليوغارت المطعم بالفاكهة من 20- 65% وان اضافة السكر بنسبة 10-12% يقلل تأثير تنافذي عكسي للمواد المذابة في الحليب ويخفض نشاط الماء وتحتوي الفواكه على مستويات وانواع مختلفة من الكربوهيدرات الطبيعية ويتراوح محتواها من 16 في الليمون الى 65 في reisins ويتراوح محتواها 5,6% في raspberry، 6,2% في srawberry، 6,6% في blackcurrant، 7,5% في المشمش، 9% في الخوخ، 11,6% في الاناناس، 12% في الشليك الاسود، 14,2% فيmandarine والفحوصات

الميكروسكوبية للانواع المختلفة من اليوغارت تبين بأنStr. Thermpphilus اكثر تحمل للتركيز المرتفع للسكر من L.bulgaricus وان وجود الكربوهيدرات يثبط نمو البكتريا في اليوغارت ويحصل انخفاض في معدل تطور الحموضة بواسطة بكتريا الباديء Str.Thermpphilus L.bulgaricus في الحليب المركز الى 16,5% عند زيادة مستوى السكر من 6 - 12% وحصول تغيرات في مظهر البكتريا ان اضافة السكر بنسبة 10-12% يسلل تأثير تنافذي عكسي للمواد المذابة في الحليب ويخفض نشاط الماء والحد من مستويات الفركتوز في المشروبات الغازية بحجة أنه والمحليات الأخرى مسؤولة عن ارتفاع معدلات البدانة والمشكلات الصحية فأن المستويات الحالية من شراب الذرة عالي الفركتوز غير آمنة للاستهلاك اليومي وهذا هو السبب الذي دفعهم للمطالبة بالحد منها معتبراً أن صانعي المشروبات بحاجة إلى تقديم خيارات صحية أكثر للمستهلكين.

2. **الايس كريم:** المحليات المستعملة في صناعة الايس كريم هو سكر القصب أو البنجر\ السكروز، الدكستروز\ عصير الذرة أو محليات الذرة، متعدد الدكستروز، الدكستروز مع المالتوز، محليات الذرة، سكر maple ، العسل، الفركتوز، المولاس، عصير المالت، السكر الأسمر، اللاكتوز، عصير المالتوز، عصير الشعير، سليلوز بلوري، متعدد استرات السكروز، الفركتوز، السكر الحبيبي، اللاكتوز، السكر المحول\ كلوكوز + فركتوز، السكر السائل، السكرين إلا أن أكثرها شيوعا في صناعة الايس كريم هو سكر القصب، معظم الايس كريم في الولايات المتحدة الأمريكية يصنع مع بعض أنواع من محليات الذرة كبديل جزئي للسكروز والكربوهيدرات الرئيسية الموجودة في الفواكه هو الكلوكوز، الفركتوز، السكروز والمالتوز وحلاوتها تعتمد على مستوى ونوع الكربوهيدرات، الوظيفة الأساسية للسكر هي زيادة قبولية الايس كريم، يخفض من درجة الانجماد للخليط لذلك لا يتصلب في المجمدات والسكر لا يعطي الحلاوة للمنتوج فقط بل، تركيز المحليات يمنع الايس كريم من تكوين المواد الصلبة المجمدة حتى ولو بدرجة حرارة منخفضة جدا كما أن لها تأثير على درجة الانجماد للخليط وتنتج خليط تخين مع

قابلية خفق منخفضة مع إنتاج ايس كريم ذو قوام ونسجة ناعمة مع نوعية انصهار عالية نتيجة خفض سرعة الخفق، انتاج ايس كريم مع نسجة وقوام ناعم ويختلف مستوى السكروز المستعمل في صناعة تلك المنتجات من 12-18% للايس كريم و14- 25% في حالة الشربت Sorbets,ice Lollies وتختلف كمية السكر المستعملة مع نوع المنتجات المصنعة ويجب أن يحتوي الايس كريم لا يقل عن 12% سكر ويعتبر السكر من ارخص المواد الصلبة الكلية في الخليط وتركيزة في الايس كريم من 13- 16% على أساس سكروز ويمكن استبدال من ربع إلى ثلث سكر القصب أو البنجر بواسطة سكرة الذرة واستعمال ارتباطات أو خلائط السكريات إما في حالة جافة أو سائلة وتتكون خلائط السكر من 70% سكروز و30% محليات الذرة وتستعمل عوامل التحلية والمواد المالئة كبديل لبعض المواد الصلبة الكلية للحليب لانتاج ايس كريم منخفض سكر اللاكتوز أو خالي من سكر الذي يستعمل فيها النشأ المهدرج الذي يتركب من 7% سوربيتول، 52% مالتيتول، 18% DP_3، 21% DP3-20 و 1% DP على أساس المادة الجافة ويمكن استعمال المحلول بتركيز 10,4% في ارتباط مع 10,3% عصير سوربيتول أي بنسبة 70% على أساس المادة الجافة في خليط الايس كريم الحاوي 8,4% دهن حليب، 10% حليب فرز، 0,02% اسبارتام، مثبت وفانيلا كمطعم ومحتوى السكر له تأثير على نعومة الايس كريم الناتج لذلك يضاف السكر بنسبة 17- 18% من سكر القصب إلى خليط الايس كريم وان الايس كريم عالي النوعية يحتوي 14 إلى 16% سكر، وبعض المواد المحلية لها تأثير على صفات الخليط والناتج النهائي فهي تحسن القوام والنسجة إلا إنها تخفض من قابلية الخفق وتحتاج درجة منخفضة للتصلب وهي تلعب دوراً مهماً في تقبل المنتوج بسبب موازنة الدسامة للدهن المضاف وهي تزيد من المواد الصلبة الكلية، ارتباط الماء واعطاء النعومة في النسجة وتختلف السكريات المستعملة في معامل قابليتها للارتباط بالماء ويحتوي soft scoop ice cream أما كلسيرول أو مستويات عالية من الدكستروز أو الفركتوز الذي تعطي طعم حلو

للمنتوج بينما الكلسيرول ولحد ما الدكستروز تعطي طعم معدني عندما تستعمل بتركيز اكثر من 5% النوعية الضعيفة من عصير الذرة يعطي طعم العصير ألا أن النوعية العالية لا تعطي مشاكل في الطعم عندما تستعمل بتركيز اقل من 5% ويصنع الايس كريم المجفف من استعمال محليات صناعية مثل الاسبارتام والسكرين والذي لها تأثير على الطعم بسبب حلاوتها المختلفة وتأثير على القوام والنسجة ويسبب تبلور سكر اللاكتوز في الايس كريم نسجة رملية،ففي الايس كريم الصلب الطازج يحصل توازن الخليط من الفا وبيتا لاكتوز في اللاكتوز الزجاجي والذي يكون ثابت مع بقاء درجة الحرارة منخفضة وثابتة وخلال انجماد الايس كريم، فأن محلول سكر اللاكتوز يمر من خلال المنطقة غير الثابتة\المتغيرة عندما يحدث تبلور تلقائي بينما الجزء الاخر يكون منطقة ثابته عندما يحدث التبلور إذا كانت عملية البذار مناسبة مثل بلورات سكر اللاكتوز وبدرجة حرارة منخفضة، فأن ضغط التبلور يكون منخفض فلا يحدث تبلور وتعمل النويات كبذار لحدوث التبلور مما يؤدي ذلك الى نمو بطئ مع الوقت مما يسبب نسجة رملية ويمكن السيطرة على النسجة الرملية من خلال التحكم في محتوى المواد الصلبة للحليب أو بواسطة استعمال lactase لتحلل سكر اللاكتوز وهناك أربعة أنواع من محليات الذرة المتوفرة للاستعمال في صناعة الايس كريم هي سكر الذرة المصفى dextrose والمواد الصلبة لعصير الذرة وسائل عصير الذرة وعصير الذرة عالي الفركتوز ويحتوي soft scoop ice cream أما كلسيرول أو مستوى عالي من السكريات الأحادية مثل الفركتوز والدكستروز استعمال الكلسيرول ولحد ما الدكستروز تنتج طعم معدني عند استعمالها بتركيز اكثر من 5% وهناك ثلاث أنواع رئيسية من عصير الذرة مرتفع الفركتوز هي عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 42% الحاوي 42% فركتوز، 52% دكستروز و6% سكريات مرتفعة، عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 55% الحاوي 55% فركتوز، 41% دكستروز و4% سكريات مرتفعة وأخيراً عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 90% الحاوي 90% فركتوز، 7% دكستروز و3% سكريات مرتفعة الذي

لا تستعمل في صناعة الايس كريم فأن مكافئ الدكستروز من 20-57 والتحويل العالي 58-62، استعمال اللاكتوز كمادة محلية يسبب مشاكل في خليط الايس كريم وهو القوام الرملي وهو اقل ذوبان من السكروز ويكون بلورات صلبة ذات نهايات حادة وهو اكثر تبلور عندما الجزء المائي يحتوي 9% لاكتوز فأنه يكون بلورات كبيرة تعطي قوام رملي غير مرغوب في الفم وهذا السبب يحدد استعماله أو تركيزه في صناعة الايس كريم ومصدر اللاكتوز هو المواد الصلبة اللا دهنية في منتجات الألبان وحوالي 54% من المواد الصلبة اللا دهنية هو لاكتوز واقصى تركيز لسكر اللاكتوز الذي يستعمل بأمان له علاقة مباشرة مع تركيز SNF وتستعمل في الايس كريم العلاجي diabetic ice cream ويحدث تبلور سكر اللاكتوز في الحليب المكثف المحلى.

3. **الشرابت**: يستعمل السكروز كمادة محلية بدلا من عصير الذرة الذي يعطي اللون البني وذلك لعدم وجود السكريات الاحادية او السكريات المختزلة الذي تلعب دوراً مهماً في التفاعلات البنية ويختلف مستوى السكروز المستعمل في صناعة تلك المنتجات من 14- 25% وتفيد المحليات في صناعة المشروبات لانتشار المثبت والمادة المطعمة مثل مسحوق الكاكاو، تزيد من القوام، المذاق والطعم وكمية السكر المستعملة في الشرابت والمثلجات عامل مهم لأنها تحافظ على القوام وصلابة المنتوج النهائي، عند إضافة كمية قليلة منها فأن الشرابت والمثلجات تكون خشنة القوام ويصعب تقطيعها في طبقات طابوقية بسبب الفروقات في الصلابة للايس كريم والشرابت والمثلجات.
4. **الحليب المكثف**: زيادة كمية السكر المضاف في الحليب المكثف المحلى أي نسبة السكر في الماء للمنتوج تقلل من تلك الصفة وزيادة كمية السكر لها تأثير على التوازن الملحي بسبب التفاعل مع المعادن أو بواسطة إذابة بعضها مثل الكالسيوم غير الذائب واملاح المغنيسيوم والكالسيوم غير الذائبة، السكر المذاب يزيد من حجم الوسط المنتشر ويؤدي إلى زيادة اللزوجة للوسط المنتشر مما يؤدي إلى انخفاض التداخل بين الجزيئات المنتشرة، وجود الشوائب في لسكر

المستعمل واستبدال السكروز بواسطة الدكستروز بنسبة عالية اكثر من 25% يسبب زيادة تلك الصفة، إضافة السكر إلى الحليب قيل التسخين الأولي اكثر conductive لتلك الصفة، التسخين الأولي للحليب وعصير السكر 65% يشكل منفصل والتبريد إلى درجة حرارة 55م وخلط الحليب وعصير السكر وسحب الخليط إلى القدر يقلل من تلك الصفة وإضافة عصير السكر في نهاية فترة التكثيف يسبب تلك الصفة الذي يمكن إن يؤدي إلى انفصال الدهن المرفوض، وجود الشوائب في لسكر المستعمل واستبدال السكروز بواسطة الدكستروز بنسبة عالية اكثر من 25% يسبب زيادة تلك الصفة، إضافة السكر إلى الحليب قيل التسخين الأولي اكثر conductive لتلك الصفة، التسخين الأولي للحليب وعصير السكر 65% يشكل منفصل والتبريد إلى درجة حرارة 55م وخلط الحليب وعصير السكر وسحب الخليط إلى القدر يقلل من تلك الصفة وإضافة عصير السكر في نهاية فترة التكثيف يسبب تلك الصفة الذي يمكن إن يؤدي إلى انفصال الدهن.

- **القوام الرملي:** بسبب سكر اللاكتوز والناتج عن التبريد غير الصحيح وتبلور سكر اللاكتوز وزيادة انخفاض درجة حرارة الخزن ومنعها بواسطة التبريد الصحيح والتبلور السليم والخزن بدرجة حرارة مثالية وبسبب السكروز وسببة زيادة نسبة السكروز وزيادة انخفاض درجة حرارة الخزن ومنعة بواسطة التبريد والتبلور المثالي ودرجة حرارة الخزن منخفضة مثالية، ويمكن السيطرة على الحجم للبلورات للحصول على نسجة مرغوبة حيث أن تبخير الحليب يعطي منتج مشبع بسكر اللاكتوز وعندما يبرد الى درجة حرارة من 15-20م يحصل تبلور 40-60% من سكر اللاكتوز بشكل الفا لاكتوز مائي وهناك 45%-47% جزء من اللاكتوز لكل 100 جزء من الماء في الحليب المكثف المحلى الذي يتالف من حوالي40% من الفا لاكتوز و 60% من بيتا لاكتوز ولغرض الحصول

على نسجة ناعمة وبلورات ذات حجم اقل من 10 ميكروميتر تكون مرغوبة في المنتوج، فأن درجة الحرارة المثلى للتبلور هي 26-36م.

- **انفصال السكر\اللاكتوز:** وسببه انخفاض اللزوجة والخزن الطويل ومنعه بالخزن القصير واللزوجة المثالية.

5. **المشروبات:** تفيد المحليات في صناعة المشروبات لانتشار المثبت والمادة المطعمة مثل مسحوق الكاكاو وتزيد من القوام والمذاق والطعم ويستعمل السكروز كمادة محلية بدلاً من عصير الذرة الذي يعطي اللون البني وذلك لعدم وجود السكريات الاحادية أو السكريات المختزلة الذي تلعب دوراً مهماً في التفاعلات البنية
6. **الحليب المجفف:** يملك الحليب المجفف بطريقة الرذاذ قابلية ترطيب ضعيفة لأن الجزيئات الصغيرة تنتفخ عندما تتبلل بالماء مما تمنع تكون فراغات بين الجزيئات ويمكن تحسين قابلية الترطيب من خلال تحوير عملية التجفيف لانتاج حليب مجفف ذو جزيئات خشنة مما يتحول إلى حليب مجفف سريع الذوبان.
7. **منتجات الالبان المتخمرة:** يحصل تخمر سكر اللاكتوز الى حامض اللاكتيك بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وهي خطوة أساسية في صناعة جميع منتجات الالبان المتخمرة ومسالك التخمر معروفة ولا يعتبر اللاكتوز عامل محدد لصناعة منتجات الالبان المتخمر أي حوالي 20% من اللاكتوز يتخمر في انتاج الالبان المتخمرة يعاني بعض الافراد من تحمل اللاكتوز بسبب عدم القدرة لاستهلاك منتجات الالبان المتخمرة بدون تأثيرات مرضية لأن بكتريا حامض اللاكتيك تنتج انزيم بيتا كالاكتوسايديز مما يكون تفريغ المعدة بطئ مقارنة مع الحليب غير المتخمر مما يتحرر اللاكتوز الى الامعاء الدقيقة وفي صناعة الجبن فأن معظم اللاكتوز 96-98% يمكن ازالتة في الشرش ويعتمد تركيز اللاكتوز في الخثرة الطازجة على تركيزه في الحليب وعلى محتوى الرطوبة في الخثرة وهو من 1% في جبن الجدر الطازج الى 2,5% في جبن كاممبرت الطازج وايض اللاكتوز في الخثرة الى

حـامض اللاكتيـك لـه تـأثيرات رئيسـية علـى نوعيـة الجـبن المنضـج ويمكـن هضـم اللاكتوز الناتج الى ثاني اوكسيد الكربون والماء بواسطة العفـن السـطحي في جـبن كـاممبرت أو الى حـامض البروبيونيـك، الخليـك وثـاني اوكسـيد الكربـون في جـبن امينتـال، زيـادة مسـتوى حـامض اللاكتيـك في الجـبن يـؤدي الى انخفـاض الاس الهيدروجيني واعطاء طعم حامضي قوي ونسجة براقة بينما في جبن الجـدر فـأن d تحول حامض اللاكتيك من نوع L المنـتج بواسـطة بكتريـا البـادئ الى الشـكل DL وتكـون لاكتـات الكالسـيوم Ca-D-lactate اقـل ذوبانـا مـن Ca-L-lactate وعندما يكون التركيز مرتفع يحصل تبلورها علـى سـطح الجـبن ممـا تعطـي مظهـر غـير مرغـوب وتحصـل زيـادة محتـوى سـكر اللاكتـوز المتخمـر بواسـطة البكتريـا العصوية غير المتجانسة مع انتاج ثاني اوكسيد الكربون مما يـؤدي ذلـك الى تكـون فتحات أو نسجة مفتوحة في الجبن وعند صناعة بعض الاجبان مثل Dutch فأنه يتم غسل الخثرة لتقليل محتواها من اللاكتـوز لتنظـيم الاس الهيـدروجيني للخثـرة المكبوسـة الى 5,3 وفي معظـم الانـواع الاخـرى مثـل جـبن الجـدر والامينتـال فـأن مسـتوى سـكر اللاكتـوز في الخثـرة لا يمكـن السـيطرة عليـة بواسـطة الغسـيل فالتغيرات في تركيز اللاكتوز في الحليـب لـه تـأثير علـى نوعيـة الجـبن ويقـل تركيـز اللاكتوز في الحليب خلال مرحلة الحلـب مـن 4,8 – 4% وهنـاك تغيرانـت فصـلية ملحوظـة في محتـوى اللاكتـوز في الحليـب والجـبن ممـا تسـبب تـاثير علـى نوعيتهـا ولازالة التباينات الفصلية في محتوى اللاكتوز في الحليب فأن مستوى مـاء الغسـيل لجبن Dutch يختلف طبقا لتركيز سكر اللاكتوز والكيـزين في الحليـب الـذي يجـب تعديلها أو غسل الخثرة لتقليل التباينـات في مسـتوى حـامض اللاكتيـك لتنظـيم الاس الهيـدروجيني ونوعية المنتوج.

8. **منتجات الالبان المجمدة الاخرى:** يمكن تجميد الحليب المركز أو غير المركز تجاريـا لإمكانية خزنه خلال موسم زيادة الإنتاج لتغذية الاطفال الرضع في حالات الطوارئ وبسبب الانجماد يحصل تلف مواد غـلاف حبيبـة الـدهن النـاتج عـن طريـق تحريـر الدهن الحر كما يحصل عـدم ثبـات الكيـزين بسـبب انخفـاض في الأس الهيـدروجيني

والزيادة في تركيز أيون الكالسيوم مما يؤدي ذلك الى ترسيب فوسفات الكالسيوم الحامضية المذابة $CaHPO_4$ أو CaH_2PO_4 بشكل فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ مع تحرير أيون الهيدروجين ويحدث ترسيب فوسفات الكالسيوم عند الانجماد بسبب تبلور الماء النقي مما يؤدي ذلك الى زيادة في فوسفات الكالسيوم الذائبة ويحدث تبلور سكر اللاكتوز بشكل الفا لاكتوز مائي خلال الخزن المجمد ويحدث تبلور سكر اللاكتوز في منتجات الالبان المجمدة مما يؤدي ذلك الى عدم ثبات الكيزين وعند الانجماد فأن المحاليل فوق المشبعة لسكر اللاكتوز يحصل تكونها في الحليب المركز بدرجة −8 م وان 25% من الماء يكون غير مجمد ويحتوي 80 غم سكر لاكتوز\ 100 غم بينما تكون قابلية ذوبان سكر اللاكتوز بدرجة −8 م حوالي 7% وخلال الخزن بدرجة حرارة منخفضة فأن تبلور سكر اللاكتوز يكون بطيئا بشكل لاكتوز أحادي المائية مما تقل كمية الماء الحر، وتكوين محاليل اللاكتوز فوق المشبعة يمكن تثبيطه بالانجماد وتثبيت تركيز المواد المذابة في المحلول وعندما يحصل تبلور سكر اللاكتوز يحصل انجماد الماء وزيادة تركيز المواد المذابة الاخرى(جدول −1) فالزيادة في الكالسيوم والفوسفات يؤدي الى ترسيب فوسفات الكالسيوم وانخفاض في الأس الهيدروجيني.



$$3Ca^{+2} + 2H_2PO_4^{-1} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 4H_+$$

جدول(1) التركيب الكيمياوي للراشح الفائق من الحليب الفرز المجمد والسائل

المكونات	الترشيح الفائق من الحليب الفرز	الراشح الفائق من الجزء السائل من الحليب المركز المجمد
PH	6,7	5,8
كلوريد ملي مول	34,9	459
سترين ملي مول	8	89
فوسفيت ملي مول	10,5	84

المكونات	الترشيح الفائق من الحليب الفرز	الراشح الفائق من الجزء السائل من الحليب المركز المجمد
صوديوم ملي مول	19,7	218
بوتاسيوم ملي مول	38,5	393
كالسيوم ملي مول	9,1	59

التغيرات في تركيز الكالسيوم والأس الهيدروجيني يؤدي الى عدم ثبات حبيبات الكيزين وأي عامل يعجل من تبلور سكر اللاكتوز يقلل من قابلية الحفظ المنتوج وبدرجة حرارة منخفضة جدا -23م لا يحصل تبلور سكر اللاكتوز ولا يحدث تغير في الكيزين حتى بعد فترة طويلة فالتحليل الإنزيمي لسكر اللاكتوز بواسطة انزيم اللاكتيز قبل الانجماد يعيق أو يمنع تبلور سكر اللاكتوز وترسيب الكيزين.

9. الصناعات الغذائية:

1. **استعمال السكروز ومشتقاته:** يستعمل السكروز السائل في صناعة اليوغارت المطعم مثل سكر القصب المصفى من النباتات ويحتوي السكروز السائل66 – 67% مواد صلبة كلية مكونه من 99,7% سكروز وسكر محول اقل من 0,35% ومحتوى الرماد اقل من 0,04% ومحتوى الحديد لا يزيد عن 0,5 جزء بالمليون واس هيدروجيني من 6,7 – 8,5 والكمية الكلية من السكر في خليط اليوغارت يجب ان لا تزيد عن 10-11% بسبب تأثيرها المثبط على البادئ والتأثير المثبط للسكر بتركيز 7% و10% ويضاف السكر قبل البسترة للاسباب لأن المعاملة الحرارية للحليب تحطم الخمائر والاعفان والبكتريا الموجودة في السكر وعند استعمال عصير السكر يجب ان يكون تركيز المواد الصلبة الكلية ونقاوته 91 - 92% ولزوجة السكر السائل حوالي 2 بويز ولون السكروز السائل يشبه السكروز الحبيبي وهو اقل من 35 ICU، سهل الخلط مع الحليب وهو يحتوي من 33 – 35% رطوبة، السكروز الحبيبي يحتاج الى تحريك

قوي للذوبان الكامل عندما يضاف الى الحليب السائل وهو يضاف مع بقية المواد الصلبة بدرجة 40 والسكروز المحول Invert sugar وهو ناتج عن تحويل السكر مع نشاط دوراني يميني الى يساري وبالعكس بينماعصير السكروز المحول يتكون عندما يتعرض السكروز الى تحلل حامضي بوجود الحرارة وتتراوح درجة التحول من 10– 90% ومن محاسن التحويل هو ان محتوى الرطوبة 23%.

2. **استعمال اللاكتوز ومشتقاته:** يحصل تنافس لسكر اللاكتوز مع السكريات الأخرى في صناعة الأغذية وهناك استعمالات مباشرة في الأغذية وكذلك للمنتجات الذي يحصل عليها من التخمر وتحليل سكر اللاكتوز كما تكون هناك تطبيقات في تحسين الطعم السمكي والى مصدر قوة في خلايا الوقود الحيوية وهناك كميات كبيرة من سكر اللاكتوز الذي يستفاد منها كمنتجات من الشرش والتحوير لكيمياوي لسكر اللاكتوز يساعد في حل مشكلة الشرش لإنتاج مشتقات مفيدة في الصناعة فأن استرة السكريات الثنائية مع واحد أو اكثر من مجاميع الأحماض الدهنية لانتاج مركبات الذي تملك نشاط سطحي مما يجعلها ذات تطبيقات مهمة مثل المنظفات الصناعية، العوامل المضادة للبكتريا، المستحلبات الصناعية والمواد الفعالة سطحيا ولا تستعمل السكريات المختزلة لأنها تتحلل تحت تأثير ظروف التفاعلات لانتاج الاستر وهي بالميتات أحادية وثنائية لسكر اللاكتوز ويمكن الاستفادة من سكر اللاكتوز ولا يمكن الاستفادة من الأشكاله المختزلة مثل lactitol حيث يسلك lactitol fatty acid monoester صفات فيزياوية تختلف عن مضاهيات سكر السكروز وهي تسلك درجة عالية من النشاط السطحي ويمكن تغير الصفات طبقا إلى طبيعة مجاميع الاستر مثل صفات تكوين الرغوة والشد السطحي والاستحلاب والترطيب ونسبة مجاميع الهيدروكسيل القطبية إلى سلاسل الأحماض الدهنية غير القطبية في السكر وهي من العوامل المهمة في تقدير الصفة للمادة الفعالة سطحيا وقيمة موازنة الصفة المحبة للماء والصفة

المحبة للدهن والذي يمكن تقديرها من هذه النسبة وتكون قيمة العوامل الفعالة سطحيا وقيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن اقل من 8 وبمدى من غير القطبية إلى30 للقطبية الذي تكون مستحلب زيت في الماء فأن صفات استرات احادي وثنائي الميريستويل للمركب مثيل- بيتا - لاكتوسيد لايمكن وصفها لأن استرات حامض الميرستيك للمركب disaccharide polyol ذات قيم عالية من قيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن مما تكون افضل لتكوين الرغوة وكمواد تنظيف من الاسترات طويلة السلسلة فالستياريت والبالميتيت تملك قيم منخفضة من قيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن مما تجعلها افضل صفات استحلاب واسترات السكر ذات صفات استحلاب ممتازة وخاصة عندما تستعمل المثلجات المجمدة ومركزات الطعوم الصلبة والدهون والمارجرين والقشطة ويمكن الاستفادة منها كعوامل استحلاب كما أن استرات اللاكتوز يمكن استعماها في الصناعات البلاستيكية وكذلك في المواد اللاصقة وتستعمل أيثرات اللاكتوز مثل allyl والايثرات الأخرى كمواد تغطية وعوامل ربط عرضية في الراتنجيات وعوامل تحوير ويمكن تحويل اللاكتوز بواسطة القلوي إلى سكر لاكتيولوز والذي يستعمل لمعالجة المغص في الكبار كما يقلل من البكتريا المنتجة للامونيا ومن الاصناف المهمة الاخرى من مشتقات اللاكتوز هي iodeoxy وهذه المنتجات تملك صفات حيوية مهمة فالسكريات المكلورة ذات صفات تعتمد على عدد وموقع ذرات الكلور في الجزيئة وبعض السكريات الثنائية احادية الكلور هي ادوية مضادة للعقم ويستعمل سكر اللاكتوز في التطبيقات التجارية في الصناعات الصيدلانية والغذائية وهو يستعمل على نطاق واسع كمادة أساسية في صناعة العقاقير الطبية بسبب الطعم الاعتيادي وامتصاص الرطوبة المنخفضة وصفة الجريان العالية وصفة التماسك والتفكك الجيدة كما يستعمل سكر اللاكتوز في إنتاج البروتين أحادى الخلية والزيوت العطرية وفي صناعة الخبز والمعجنات والحلويات والبيرة والنبيذ والكحول والأسيتون وغاز الوقود وحامض اللاكتيك وحامض السيتريك

وحامض الجبريليك وحامض الكلوكونيك وحامض اللاكتوبيونيك وحامض الخليك والبيوتانول وحامض البيروفيك وحامض البروبيونيك وغاز الميثان واللاكتيز وانتاج اللاكتات وانتاج غاز الهيدروجين وكلوكونات الكالسيوم والاصماغ والأحماض الأمينية وانتاج الرايبوفلافين، حامض الاسكوربيك وسيانوكوبالامين ونتاج العلف الحيواني صناعة المثلجات اللبنية والايس كريم مركزات وعصائر سكر اللاكتوز.

3. **استعمالات العصائر السكرية**

- **استعمال عصير الكلوكوز\الكالاكتوز:** ينتج هذا النوع من العصير من الشرش كناتج عرضي من صناعة الجبن والكيزين ومن permeate الترشيح الفائق UF للحليب المركز وكمية اللاكتوز في الشرش بحدود 5% والحلاوة النسبية للاكتوز تشكل حوالي 0,4 فقط من حلاوة السكروز ويتحول اللاكتوز الى الكلوكوز والكالاكتوز وعملية تحلل اللاكتوز اما باستعمال الحامض أو الانزيمات.
- **استعمال عصير السكروز\الفركتوز:** ويستعمل خليط بتركيز منخفض والذي يجهز الحلاوة ويقلل من تناول السعرات بالاضافة الى السوربيتول المدمص ببطء الى مجرى الدم ويستعمل في صناعة اليوغارت للمصابين بالسكري.
- **استعمال مشتقات الذرة:** محليات الذرة ناتجة عن تحلل نشأ الذرة أما بواسطة الحامض أو الإنزيم أو كلاهما ودرجة التحلل يعبر عنها مكافي الدكستروز ويتكون عصير الذرة من دكستروز، مالتوز وخليط معقد من السكريات المتعددة واستعمال خليط أو ارتباط السكريات إما بشكل جاف أو سائل يحسن من نوعية الايس كريم، ومنها هي:

أ. **عصير الذرة المحول invert corn syrup:** تحلل نشأ الذرة مائيا ناتج عن انتاج دي – كلوكوز او ما يطلق عليه دكستروز وتقاس درجة التحويل بشكل مكافيء دكستروز وهو من 20–37 مكافئ دكستروز لنوع الأول و 38–57 مكافئ دكستروز للنوع الثاني ومن 58–72 مكافي دكستروز للنوع الثالث

واكثر من73 مكافئ دكستروز للنوع الرابع ويتم التحليل اما حامضيا او انزيميا .

ب. عصير الذرة: العصير ذات التحويل المرتفع يحصل علية من ارتباط فعل الانزيم والحامض على النشأ ويصنع عصير مرتفع المالتوز من ارتباط الحامض مع انزيم الفا اميليز وعصير الذرة الجاف يحصل عليه من تحلل انزيم الفا الاميليز المجفف بالرذاذ والمحلل جزئيا لنشأ الذرة ويعمل الدكستروز المتعدد على تحسين صفات التماسك والتلاصق للخليط وهناك ثلاث أنواع رئيسية من عصير الذرة مرتفع الفركتوز هي:

1. عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 42% الحاوي 42% فركتوز، 52% دكستروز و6% سكريات مرتفعة، عصير الذرة منخفض مكافئ الدكستروز يحتوي نسبة عالية من السكريات المتعددة، مرتفعة الوزن الجزيئي غير البلورية في الطبيعة، اكثر أو اقل ارتباط بالماء وعندما يكون القوام ثقيل وعلكي chewy ومقاوم للصدمة الحرارية فهو المرغوب في صناعة الايس كريم، الايس كريم المصنع من عصير ذرة منخفض مكافي الدكستروز تزداد لزوجته بسبب قابلية ارتباط الماء مع السكريات المتعددة وعند استعمال عصير ذرة ذو مكافئ دكستروز من 36 – 42 وذو مكافي دكستروز 62 بنسبة 25، 25 و35% من المحليات الكلية تقل درجة الانجماد من –2.36، –2,43 إلى –2,78م على التوالي.
2. عصير ذرة ذو مكافي فركتوز55% الحاوي 55% فركتوز، 41% دكستروز و4% سكريات مرتفعة، عصائر الذرة ذات مكافئ دكستروز من 50 – 57 و85 – 62 هي الأكثر استعمالا في صناعة الايس كريم لأن عصير الذرة مرتفع التحويل اكثر اقتصاديا كمصدر للحلاوة من منخفض التحويل بسبب كونها اكثر حلاوة والحاجة لاقل كمية لكل كغم سكروز كبديل.
3. عصير ذرة ذو مكافي فركتوز90% الحاوي 90% فركتوز، 7% دكستروز و3% سكريات مرتفعة الذي لا تستعمل في صناعة الايس كريم، الزيادة في عصير

الذرة يسبب خفض لزوجة الخليط، انخفاض في درجة الانجماد للخليط، انخفاض في تجمع الدهن وانخفاض في تماسك المنتوج لان الوظيفة الرئيسية لعصير الذرة في الايس كريم هي السيطرة على القوام والنسجة وتحسين قابلية الحفظ وعندما الهدف هو chewness مع قوام ونسجة تشبة الايس كريم الحاوي السكروز فقط، فأن مكافئ الدكستروز من 20-57 والتحويل العالي 58-62 الذي تلعب دوراً مهماً في صناعة المنتجات المستساغة بواسطة موازنة الدسامة للدهن المضاف الذي تزيد محتوى المواد الصلبة الكلية وربط الماء وتساعد في إعطاء الايس كريم ذو النسجة الناعمة والسكريات المختلفة تملك معاملات ارتباط ماء، أن للايس كريم المصنع من استعمال عصير ذرة منخفض مكافئ الدكستروز تزداد فيه الزوجة للحد الأقصى بسبب القابلية العالية للسكريات المتعددة المحدودة oligosaccharide للارتباط بالماء وان الزيادة في مكافئ الدكستروز في العصير يؤدي إلى انخفاض في اللزوجة القصوى، درجة الانجماد، تجمع الدهن التماسك للمنتوج والتجميد بدرجة حرارة عالية يسبب فقد صفات القوام والنسجة المرغوبة وهي تعطي قوام علكي للايس كريم وتحسن من أو تمنع من تطور القوام الخشن في الايس كريم خلال الخزن ويكون عصير الذرة مرتفع مكافئ الدكستروز اكثر المصادر اقتصادية من المحليات من المنخفضة المكافي لأنها اكثر حلاوة واستعمال كمية اقل لاستبدال السكروز.

ج. **محليات عصير الذرة:** وهي تشمل سكر الذرة المصفى\الدكستروز لأن التحلل الكامل ينتج كلوكوز\دكستروز الذي يملك مكافئ دكستروز92 وعصير الذرة يخفض معامل الدكستروز إلى 28-42 ودرجة التحلل يعبر عنها مكافئ الدكستروز وهو منتوج بلوري جاف أو عصير الذرة المجفف أو المواد الصلبة لعصير الذرة أو عصير الذرة السائل وعندما يوقف التفاعل في مرحلة متوسطة فأن عصير الذرة يحتوي دكستروز، مالتوز، بعضها يملك أوزان جزيئيه مرتفعة وانخفاض مكافئ الدكستروز لمحليات الذرة يعطي نسبة عالية من المركبات

مرتفعة الوزن الجزيئي من السكريات المتعددة عندما الهدف هو chewness مع قوام ونسجة تشبه الايس كريم الحاوي السكروز فقط معظم الايس كريم حاليا يصنع باستعمال محليات الذرة كبديل جزئي عن السكروز ويصنع الايس كريم في الولايات المتحدة من أنواع مختلفة من محليات الذرة كبديل جزئي عن السكروز وهناك ثلاث أنواع من محليات الذرة الذي يمكن استعمالها في صناعة اليوغارت المجمد هي:

1. ذات التحويل المنخفض وهو ذو مكافئ دكستروز من 28 - 38
2. تحويل قياسي ذو مكافئ دكستروز من 38 - 48
3. تحويل متوسط ذو مكافئ دكستروز من 48 - 58
4. تحويل مرتفع ذو مكافئ دكستروز من 58 - 68.

ويمكن استعمال عصير ذرة منخفض التحويل ذو مكافئ دكستروز من 28 – 42 والتحويل المنخفض لعصير الذرة يعطي مكافئ دكستروز 28- 42 إلا أن الزيادة تعطي قوام علكي وعند استبدال 25 – 35% أو اكثر من السكروز بواسطة عصير الذرة يعطي نتائج جيدة إلا أن المنتوج يكون مرفوض عندما يكون القوام والنسجة علكية ويكون المنتوج يشبه الايس كريم الحاوي سكروز فقط.

- **سكر الذرة المصفى:** وهو ما يسمى الدكستروز وهو 80% أحلى من حلاوة السكروز وله القدرة أن يخفض درجة الانجماد اقل من السكروز ويستعمل بمقدار 25% من المواد المحلية المرغوبة.
- **المواد الصلبة لعصير الذرة المجفف:** ويحتوي دكستروز ومالتوز معا مع دكسترين وهي غالبا ما تضاف بمقدار لا يزيد عن ثلث كمية المحليات الكلية.
- **سكر الذرة المصفى:** وهو ما يسمى الدكستروز وهو 80% أحلى من حلاوة السكروز وله القدرة أن يخفض درجة الانجماد اقل من السكروز ويستعمل

بمقدار 25% من المواد المحلية المرغوبة ودكسترين وهي غالبا ما تضاف بمقدار لا يزيد عن ثلث كمية المحليات الكلية.

- **عصير الذرة:** ويحتوي كمية متغيرة من الدكستروز والمالتوز.

4. **استعمال مستقات النشأ المحور:** في الظروف الحامضية كما في منتجات الالبان المتخمرة يتم هدم النشأ وفقد قابلية ثباته للانتفاخ في الماء وزيادة الزوجة للمنتوج وفقد كيمياوي الذي إما تنشط نمو بكتريا أو تقلل من نشاطها في اليوغارت والذي تنتقل إلى الحليب من الحيوانات اللبونه أو التلوث البيئي فالنشأ المحور مع الفوسفيت والمنتجات الاخرى يمنع النشأ من الهدم في الظروف الحامضية وهو يستعمل بنجاح في منتجات الألبان المتخمرة كمادة مثخنه للقوام واطالة قابلية الحفظ ومنع انفصال الشرش ولانتاج منتوج ذات مظهر جيد أي ان النشا المحور يحسن من المظهر، التركيب البنائي، الطعم بالاضافة الى ذلك يستعمل في صناعة منتجات الالبان المتخمرة لتحسين الصفات التغذوية، التكنولوجية، الوظيفية، الحسية وتكوين الهلام ومن مشتقات النشأ هي:

1. **المالتودكسترينات Maltiodextrins:** وهي تصنع من نشأ الذرة والنشأ الشمعي وهي منتجات يحصل عليها من التحلل المائي للنشأ وتتراوح درجة مكافئ الدكستروز من 4 –20 وهي ذو قيمة اس هيدروجيني 4,4 –5 ومحتوى الرطوبة 5–6% وهي قليلة الحلاوة ويكون تحلل النشأ عشوائي مما ينتج عن تكوين سلاسل قصيرة من السكريات المتعددة القصيرة المختلفة في الطول.
2. **عصير النشأ:** وهو من الانواع الاخرى للسكريات مثل عصير المالتوز أو الفركتوز ويستعمل عصير الفركتوز في صناعة الاغذية وان عصير الذرة عالي الفركتوز المنتج تجاريا يحتوي 42، 55 أو 95% فركتوز.
3. **النشأ المحور:** في الظروف الحامضية كما في منتجات الالبان المتخمرة يتم هدم النشأ وفقد قابلية ثباته للانتفاخ في الماء وزيادة الزوجة للمنتوج فالنشأ المحور

مع الفوسفيت والمنتجات الاخرى يمنع النشأ من الهدم في الظروف الحامضية وهو يستعمل بنجاح في منتجات الالبان المتخمرة كمادة مثخنه للقوام، اطالة قابلية الحفظ، منع انفصال الشرش، لانتاج منتوج ذات مظهر جيد، يحسن من المظهر، التركيب البنائي، الطعم، تحسين الصفات التغذوية، التكنولوجية، الوظيفية، الحسية وتكوين الهلام.

5. **استعمال المالتودكسترينات Maltiodextrins:** وهو منتجات يحصل عليها من التحلل المائي للنشأ وتتراوح درجة مكافئ الدكستروز من 4 -20 وهي قليلة الحلاوة ويكون تحلل النشأ عشوائي مما ينتج عن تكوين سلاسل قصيرة من السكريات المتعددة القصيرة المختلفة في الطول وهي تصنع من نشأ الذرة والنشأ الشمعي وهو ذو قيمة اس هيدروجيني 4,4- 5 ومحتوى الرطوبة 5-6%، المالتودكستينD.E 5 الناتج من النشأ الشمعي يملك مكافئ دكستروز من 5- 8 ويحتوي اقل من 0,5% دكستروز، 1% مالتوز واكثر من 98,5% متعدد الدلكستروز ومكافي دكستروز من 4 -7 ويحتوي اقل من 1% دكستروز واقل من 1% مالتوز واكثر من 98% دكستروز متعدد اما مالتودكسترين 10D.Eيملك مكافئ دكستروز من 9- 13 ويحتوي 0,5 -1% دكستروز، 2% مالتوز و96 - 97% متعدد الدكستروز بينما المالتودكستين 15D.E يملك مكافي دكستروز من 13- 18ويحتوي 2% دكستروز، 3% مالتوز واكثر من 94% دكستروز متعدد فالسكر منخفض مكافئ الدكستروز مرتفع الوزن الجزيئي واقل كثافة حلاوة ولزيادة قابلية الانتشار فأنه يجب تجمع المالتودكسترين وتجمع المالتودكسترين 10D.E ويقلل من الكثافة الكلية من 0,54 0,34 غم\مل وهو يحفز قابلية الجريان ويقلل من الغبار خلال التداول والذي يستعمل في صناعة اليوغارت المجمد.

6. **استعمال المحليات الطبيعية الأخرى:** العديد من المركبات الطبيعية الاخرى الذي تملك كثافة حلاوة منها glycyrrhizin من جذر عرق السوس

licorice والبروتينات السكرية المحورة للمذاق miraculin الذي يحصل عليه من فاكهة استوائية تعرف التوت العجيب miracle berry و stevioside ويستخلص من اوراق نبات ينمو جنوب افريقيا الذي يكون 300 مرة أحلى من السكر Thaumatin هو خليط بروتيني من فاكهة غرب افريقيا تكون 2000 مرة احلى من السكر.

ثالثا: المحليات البديلة الطبيعية: المحليات البديلة الطبيعية مثل شراب الرز العضوي، شراب الرز البنى العضوية، شراب مالتوزس، يزج فركتوز الرز والرز مالتوديكسترينس وشراب الرز في شكل خياراً أكثر أماناً للاستهلاك البشري بدلاً من اللجوء إلى المنتجات الكيماوية المطلقة الذي يمكن أن تضاف إلى مختلف المستحضرات الغذائية والمشروبات لتحسين المذاق دون أحداث أي تأثير ضار على النظام البشري فالمحليات البديلة الطبيعية مثل شراب الرز العضوي مفيدة بشكل خاص لمرضى ظروف الطبية مثل مرض السكري كما أنها تسمح للمرضى لتناول الطعام التي تلائم أذواقهم دون زيادة كبيرة في مستوى السكر في الدم فشراب الرز هو أساسا تحلية خفيف مصنوع من الحبوب الكاملة للرز بعد ان يتم استزراع الرز والمخمر مع الإنزيات فالإنزيات المستخدمة في تحطيم الكربوهيدرات المعقدة الى المالتوز والكلوكوز حيث أن هذه هي السكريات المعقدة تأخذ الكثير من الوقت ليتم استيعابها في مجرى الدم وهكذا يعمل الجهاز الهضمي على مستوى أقل من السكر.

أهمية سكر اللاكتوز

يحتوي الحليب على سكر اللاكتوز الذي يكون مسؤول عن الأهمية الغذائية للحليب الذي يتم تناولة من قبل الطفل الرضيع وتقدر كميته من 10-14غم يوميا لكل كيلوغرام من وزن الجسم في الستة اشهر الاولى ومن 8-9غم في الستة اشهر الاخرى من السنة وهو ذو قيمة غذائية عالية لان كل واحد غرام منه يعطي الجسم 4 سعرات حرارية إلا أن الحليب لا يعتبر مصدر جيد للكربوهيدرات لان نسبة الطاقة

الذي يجهزها 30% فقط إلا أن الطاقة الذي يجب أن يجهزها هي 55-60% من السعرات الحرارية ويعزى الحليب ومشتقاته من 6-10% من كمية الكربوهيدرات الذي يتناولها الشباب وحوالي 13-20% من الكمية الكلية الذي يتناولها الاطفال، وتجهز الكربوهيدرات من 54-58% من السعرات الحرارية اللازمة للجسم، سكر اللاكتوز يسبب الإسهال عند ارتفاع مستواه في أغذية الاطفال، قابليته للامتصاص منخفضة نسبيا وتزداد قابليته للامتصاص عندما يكون بشكل لاكتيولوز بينما الكلوكوز والكالاكتوز الناتجة عن تحليل اللاكتوز بفعل انزيم اللاكتيز يمتص في الامعاء بسهولة وينتقل الى الدم بينما السكريات الاخرى السداسية والخماسية تمر الى الدم بواسطة الانتشار وبما انه اقل امتصاص من السكروز، فأنه يجهز الطاقة للجسم لفترة طويلة ويكون سكر الكالاكتوز مهم لان مشتقاته مثل الكالاكتوز امين هي من المكونات للعديد من البروتينات السكرية واللبيدات السكرية الذي تعتبر من المكونات للأغشية الخلوية وله دور في تطور الدماغ في الاطفال، يسبب انخفاض الأس الهيدروجيني في القناة المعوية، يعيق مرض الجلطة القلبية أو تصلب الشرايين، إن تناول 5 غم من سكر الكلوكوز يسبب زيادة في تركيز السكر في الدم الى 146 ملغم\100 مل بينما تناول 50 غم من اللاكتوز ينتج 74 ملغم\100 مل، يحفز امتصاص الكالسيوم وله دوراً مهماً في تمثيل الكالسيوم حيث يمكن تحسين امتصاص الكالسيوم بواسطة إضافة اللاكتوز الى الغذاء، يتحلل الى حامض اللاكتيك بفعل نشاط الأحياء المجهرية في الامعاء الدقيقة لهذا السبب تتكون منتجات الالبان المتخمرة الذي لها القابلية العالية لامتصاص الكالسيوم لان القيمة المنخفضة من الأس الهيدروجيني الذي يحدث في الامعاء الدقيقة تزيد من قابلية ذوبان أملاح الكالسيوم مما تزيد من جعل الكالسيوم حر للامتصاص، له قابلية تكوين معقدات ذائبة مع الكالسيوم، يسهل من نقل الكالسيوم، من المكونات الاساسية في انتاج منتجات الالبان المتخمرة ويعزى الى القيمة الغذائية للحليب ومنتجاته، له تأثير على نسجة بعض المنتجات المركزة والمجمدة، يعاني من تغيرات محفزة حراريا مما ينتج تغير في اللون والطعم لمنتجات الحليب المسخنة، الأغذية الحاوية سكر لاكتوز مقارنة مع الأغذية الحاوية

الكلوكوز بنفس الكمية بأنها تزيد من امتصاص الكالسيوم، الفسفور والمغنيسيوم وبعض العناصر المعدنية النادرة مما تقلل من أعراض نقص الكالسيوم الذي يقلل فقد الكالسيوم من الهيكل العظمي وزيادة تركيزة في الدم، لا يحصل تحليل سكر اللاكتوز في المعدة وهو يتحلل اقل من السكروز والمانوز وكميات قليلة منه تمتص في الجزء العلوي من الامعاء الدقيقة إلا أن سرعة امتصاص اللاكتوز اقل من الكلوكوز والكالاكتوز مما يجعل اللاكتوز يمر الى الجزء السفلي من الامعاء الدقيقة حيث يتحلل بفعل نشاط انزيم اللاكتيز الموجود في الخلايا الطلائية للأغشية المخاطية الى كلوكوز وكالاكتوز بتركيز مناسب مما تصبح وسط مناسب لنمو الأحياء المجهرية في القناة الهضمية المعوية الذي تنتج حامض اللاكتيك مما تثبط نمو بكتريا Basophilic وخاصة المحللة للبروتين مما يحصل تحويل البكتريا الى بكتريا حامضية acidophilic.

الفصل الثاني

تصنيف المحليات

تصنيف المحليات

تقسم المحليات طبقا إلى:

1) **حسب القيمة الغذائية: تقسم إلى قسمين:**

أ. **المحليات ذات قيمة غذائية:** وهي تتضمن السكروز، الكلوكوز، الفركتوز، السكر المحول وانواع من polyols منها السوربيتول، المانيتول، المالتول، اللاكتيتول، الزايليتول وعصائر الكلوكوز المدرجة.

فالمحليات البديلة للسكر التي توفر للجسم مواد غذائية صحية أي مادة بديلة للسكر والتي يتزود الجسم بالسعرات الحرارية ومواد الطاقة اللازمة للجسم للقيام بنشاطه اليومي بكفاءة وفاعلية تصنف على أنها مادة غذائية صحية خصوصا وأنها إضافة للسعرات الحرارية الغذائية تحتوي على مواد مفيدة للجسم مثل الكالسيوم أو البوتاسيوم ومصادر هذا النوع من المحليات هو الفواكه والخضراوات والعسل والحليب والتي يعتبر السكر الموجود فيها بمثابة لبنة لبناء وصناعة الكلوكوز والكلايكوجين داخل الجسم إضافة هذه المواد المحتوية على السكر فإن هناك أطعمة ومواد أخرى تدخل ضمن تصنيف المواد البديلة ذات القيمة الغذائية وهذه المواد تشمل دبس الذرة، دبس الذرة العالي الفركتوز، الكحوليات السكرية، تعمل مادة دبس الذرة على إعطاء الطعام شكل وتكوين معين أو كبديل للسكر\ السكروز والتي تعطي الطعام المذاق الحلو حيث أن دبس الذرة أقل في الحلاوة مقارنة بسكر الطعام العادي أما دبس الذرة العالي الفركتوز فرغم أنه أكثر حلاوة من حيث المذاق مقارنة بسكر الطعام إلا أن الغذاء الذي يحضر باستخدام دبس الذرة العالي يحتوي على نفس المذاق الحلو الذي يعطيه سكر الطعام ولكن بكمية قليلة من الحلاوة مقارنة بدبس الذرة العالي الفركتوز وبالتالي يكون محتوى الطعام من السعرات الحرارية أقل وهذا بالطبع مهم جدا لفقدان الوزن من خلال خفض كمية السعرات الحرارية في غذاء

الإنسان أما الكحوليات السكرية مثل السوربتول فإنها ذات مذاق أقل حلاوة من السكر العادي وتستخدم لإعطاء شكل وتماسك معين للمادة التي تدخل في إعدادها مثل العلكة والملبسات بأنواعها مادة الأسبارتام والتي تباع في الصيدليات كمادة Nutrasweet فإنها تحتوي على نفس السعرات الحرارية التي توجد في سكر الطعام أي أربع سعرات حرارية لكل غرام ولكن تتميز عن سكر الطعام بكونها أكثر حلاوة في المذاق من السكر بحوالي 180-220 ضعفا وبالتالي فكمية صغيره جدا من الإسبارتام تعطي حلاوة مذاق السكر وبالتالي تفيد في الوقاية والعلاج من السمنة ضمن خطة الرجيم الغذائي وهي إحدى خطوات برنامج تخفيف الوزن فمذاق الإسبارتام هو نفس مذاق السكر من حيث الطعم الحلو ولكن وعلى عكس السكر لا يبقى له أثر في الفم بعد تناوله مباشرة وهناك ملاحظة هامة لمن يتناولون مادة الأسبارتام وهي أن مادة الأسبارتام تصنع من الحامض الأميني فينايل ألانين وبالتالي فإن الأفراد الذين لديهم مرض وراثي مثل مرض فينيل كيتون يوريا يجب أن لا يستخدموا هذه المادة لاقترانها بحاجة زيادة اكسدة الفينايل ألانين داخل الجسم والتي تؤدي لإرهاق أعضاء حيوية مثل الكليتين والكبد فإن استخدام الأسبارتام لا ينجم عنه أي مضاعفات صحية حسب نتائج أكثر من مائة دراسة علمية حول المضاعفات الصحية لاستخدام الأسبارتام.

ب. **المحليات عديمة القيمة الغذائية:** تتضمن السكرين، سايكلاميت، اسبارتام، سكرالوز، acesulfame K وهناك محليات اخرى في المستخلصات النباتية الذي تكون محدودة الاهمية فالمحليات البديلة الخالية من القيمة الغذائية فإن هذا النوع من المحليات البديلة للسكر لا تزود الجسم بالطاقة ولا حتى مواد غذائية تفيد الجسم صحيا.

2) **حسب القيمة الغذائية والسعرات الحرارية: تقسم إلى قسمين:**

أ. **المحليات قليلة السعرات الحرارية:** ويضم المحليات عديمة السعرات الحرارية أو عديمة القيمة الغذائية وهي المحليات أو بدائل السكر الصناعية وبدائل السكر الصناعية عديدة وكثيرة الانتشار بين الناس وبديل السكر الصناعي المثالي لا بد أن يمتاز بعدة مميزات منها أن يكون طعمه مستساغاً كطعم السكر العادي وليس له طعم سيء بعد استخدامه كأن يحدث مثلاً مرارة أو حموضة في الفم وأن لا يكون له لون أو رائحة سيئة وسريع الذوبان وأن يكون مستقراً في تركيبته في السوائل الحارة أو الباردة وبالطبع لا يكون له تأثيرات جانبية مضرة كالسرطان ونحوه وليس له تأثير على الجنين أو المرأة الحامل ومن فوائد بدائل السكر الصناعية هو محاولة التخفيف أو الامتناع من تعاطي السكريات العادية والتقليل من شعور المريض بالحرمان من تناول الأطعمة والمشروبات المحلاة وجعلها مستساغة ومقبولة وأن استخدام هذه البدائل الصناعية يساعد في إنقاص الوزن لكونها لا تحتوي على سكريات كما أنها تقلل من نسبة حدوث التسوس في الأسنان وينصح باستخدامها لمرضى السكري من البالغين والكبار وتوجد هذه البدائل على شكل مسحوق أو سوائل أو حبوب ويستخدم جميعها للتحلية وتضاف هذه البدائل للتحلية لجميع أنواع الأطعمة كالمشروبات والمرطبات الغازية ومنتجات الحليب كاللبن وغيره والأيس كريم والكيك وتوجد في تركيبة كثير من الأدوية والفتامينات ومعاجين الأسنان وغير ذلك ومن هذه البدائل السكرية ما أقرته إدارة الدواء والغذاء الأمريكية وهي السكرين والأسبارتام وأسلفام والسكرالوز ومنها ما لم تقره بعد إدارة الغذاء والدواء الأمريكية مثل ألتام وسلكميت ونيوتام أما السكرين فيعد من أقدم البدائل المصنعة استخداماً وتقدر درجة حلاوته بأكثر من 200 مرة السكر العادي وقد دارت حوله بعض الشبهات بعد الدراسة الكندية التي دلت أنه قد يسبب سرطان المثانة في الجرذان ولقد عملت العديد من الدراسات التي أكدت

عدم وجود علاقة بينه وبين حدوث السرطان في الإنسان وأقرت استخدامه إدارة الغذاء والدواء الأمريكية والعديد من المنظمات الصحية كمنظمة السكر الأمريكية ومنظمة الأمراض السرطانية الأمريكية وغيرها ويستخدم الآن في أكثر من مائة دولة وهو الأكثر انتشاراً ويضاف إلى العديد من الأطعمة والمشروبات ولا ينصح باستخدامه للنساء الحوامل أو الأطفال سواء المصابين بمرض السكري أو غير المصابين لعدم وجود دراسات طويلة الأمد توضح آثاره الجانبية بالنسبة للأطفال أو الحوامل كما أنه ليست هناك دراسات تبين ضرره بينما الأسبارتام والمسمى تجارياً بالنيوتزسويت أو الكاندريل وهو الأسبريتن والفينايل ألانين لذا لا يفضل استخدامه بالنسبة لمرضى الفينل كيتون يوريا وتبلغ قوته حوالي 200 مرة السكر العادي وهو أيضا كثير الانتشار ويوجد ويضاف إلى العديد من الأطعمة والمشروبات وله نفس فوائد السكرين ويفضل أن لا يتناول الشخص أكثر 130 حبة في اليوم ومن مضاره أنه قد يسبب الحساسية في الجلد في بعض الناس وله علاقة بأورام المخ اما السكرالوز المعروف تجارياً باسم سبلندا وتبلغ قوته حلاوته 200-600 مرة السكر العادي بينما تبلغ قوة أحد البدائل وهو الأيتام بحوالي 2000 مرة السكر العادي ولم توافق إدارة الغذاء والدواء الأمريكية على تسويقه ويمكن لمرضى السكري تناول هذه البدائل السكرية التي لا تحتوي على سعرات حرارية وبالتالي لا تؤدي إلى ارتفاع السكر في الدم ويمكن للراغبين في إنقاص الوزن تناول هذه البدائل ولا ينصح للأطفال الذين يعانون من النوع الأول من السكري تناولها لعدم معرفة تأثيرها طول الأمد عليهم كما أن مرضى السكري من الأطفال لا ينصح بمنع السكريات أو الكربوهيدرات عنهم بل يجب أن يحتوي نصف غذائهم على الكربوهيدرات والسكريات ولكن يفضل بأن تكون سكريات معقدة كالرز والبطاطا وغيرهما ولا تكون سكريات أحادية سهلة الهضم والامتصاص كالسكريات الموجودة في العصائر المحلاة والمرطبات الغازية التي لها تأثير حاد ومباشر على سكر الدم.

ب. **المحليات ذات القيمة الغذائية والسعرات الحرارية العالية:** وهذا القسم يضم سكر الفركتوز وهو سكر الفواكه وسكر الكلوكوز وهو سكر العنب وسكر السكروز وهو سكر المائدة وسكر اللاكتوز وهو سكر الحليب وهناك سكريات معقدة مختلفة ويستخدم معظم الناس هذه السكريات للتحلية وهي ذات سعرات حرارية عالية واستخدامها يزيد بالطبع نسبة السكر في الدم وينصح مريض السكري بالإقلال من استخدامها لكي لا تؤثر سلباً على مستوى سكره في الدم ويضم المحليات قليلة السعرات الحرارية وعديمة السعرات الحرارية فقليلة السعرات الحرارية مثل السكريات الكحولية وقد تكون سكريات أحادية مثل السوربتول والمانتول أو ثنائية مثل اللاكتيتول والمالتيتول أو سكريات كحولية معقدة وبالرغم من أنها تسمى سكريات كحولية فهي لا تحوي سكريات أو كحولاً وتوجد هذه السكريات الكحولية عادة في النباتات والفواكه ولكن يمكن تصنيعها الآن بحيث تضاف للمواد الغذائية لتحليتها ولا يؤدي تناولها إلى إنتاج سعرات حرارية كثيرة فيتراوح ما تنتجه من طاقة حوالي من 0,2- 3 سعرات حرارية\غرام وهي كمية بسيطة إذا ما قورنت بالسكر العادي إذا استخدم في التحلية وهذه السكريات الكحولية لا تسبب تسوس الأسنان لأنها ليست كالسكريات العادية فبكتريا الفم لا تحولها إلى أحماض ضارة بالأسنان وتوجد هذه السكريات في معظم أنواع الغذاء كمحليات منخفضة السعرات مثل الحلويات، اللبان، المزلى، الجلي، الكيك، البسكوت وكثير من الأطعمة المحلاة المخبوزة وأيضا بعض الأدوية ومعاجين الأسنان وغسول الفم وغير ذلك.

3) **حسب الصفات الغذائية:** تقسم إلى قسمين:

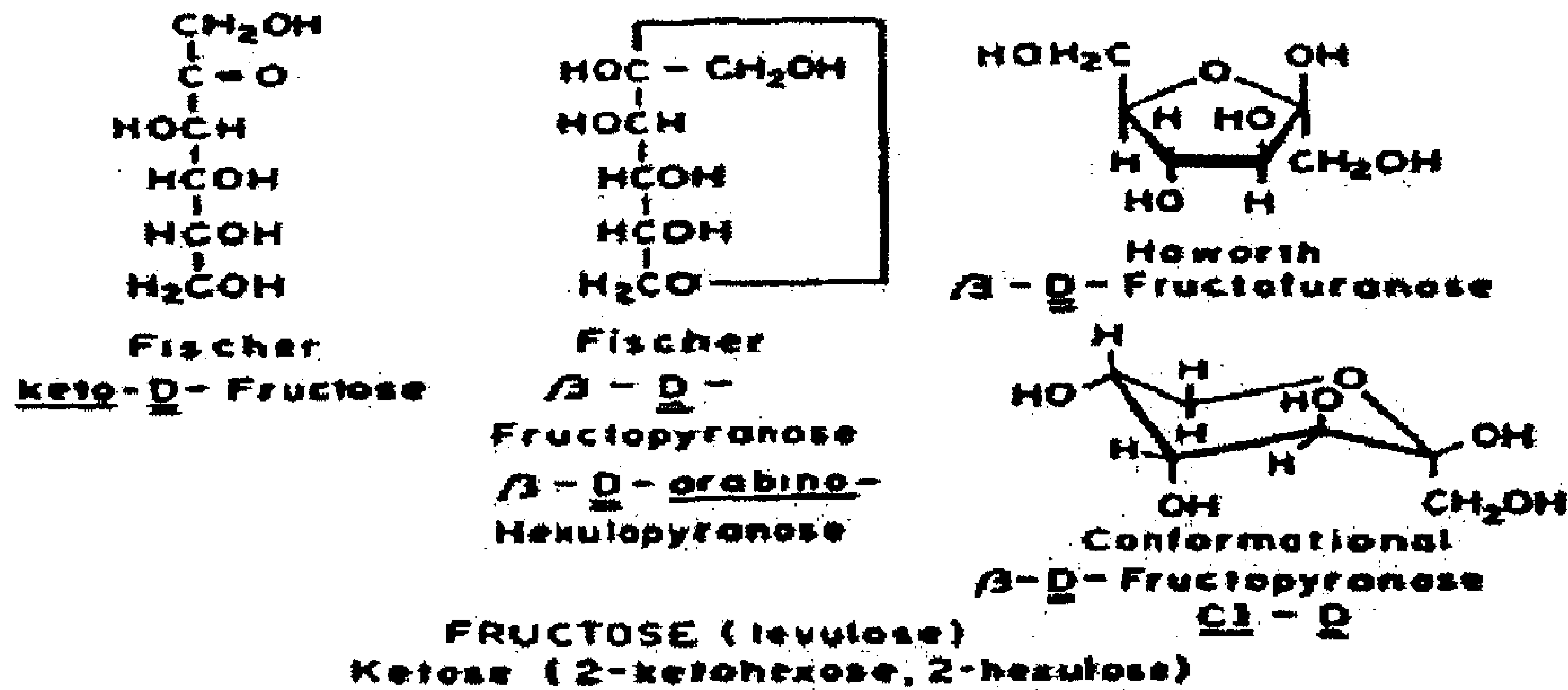
أولا: محليات غذائية: تسمى المحليات الطبيعية او المحليات التقليدية وهي المحليات الموجودة طبيعياً وأشهرها السكروز\سكر المائدة والفركتوز\سكر الفاكهة، سكر الكحوليات\ السوربيتول والمانيتول والزايلتول، كذلك محليات الذرة، مركزات عصير الفاكهة، عسل النحل، الدكستروز، المالتوز وجميع هذه المحليات الطبيعية تمد

الجسم بالطاقة شأنها في ذلك شان السكروز على أساس أن 1غم يعطى4 سعر حراري ويجب أن يوضع في الحسبان الكمية المتناولة منها عند حساب الطاقة الكلية اللازمة لمريض السكرمنها السكروز، الكلوكوز، الفركتوز، السكر المحول وانواع مختلفة منpolyols منها السوربيتول sorbitol، المانيتول mannitol، المالتيتول maltitol، لاكتيتول lactitol، زايليتول xylitol وعصير الكلوكوز وهي بدائل السكر التي تضيف وتؤثر على المتناول اليومي للفرد من الطاقة والكربوهيدرات والبروتين وحلاوتها تفوق حلاوة السكرالعادي وتنقسم الى محليات مغذية نقية مثل الفركتوز، السربيتول، المايلتول، المانيتول، المالتيت والأيزومات، محلي صناعي مع سكر طبيعي مثل السكروز أو اللاكتوز، محلي صناعي مع بديل سكر نقي يتكون من سكارين + سربيتول ويوفر استهلاك الطاقة ويتميز هذا النوع بانه يقلل استهلاك الطاقة ويحد من استهلاك السكريات العالية الطاقة والخالية من المغذيات وهي لا تسبب تسوس الأسنان أمثلة لأنواع المحليات الطبيعيه وبدائلها فالسكر العادي يسمى السكروز يستخرج من قصب السكر وتعطي ملعقة صغيره منه 20سعرة حرارية، سكر الفاكهة يسمى الفركتوز يعطي ملعقه صغيرة منه 20 سعره حرارية مثل السكرز وسكر الذرة وهو محلي صناعي مخلوط من سكر الذرة وتختلف السعرات الحرارية في المحليات التقليدية فملعقة صغيرة من السكر الأبيض\سكر المائدة تعادل 15 سعره حرارية بينما السكر البني 16 سعره حرارية والفراكتوز 12 سعره حرارية بينما ملعقة صغيرة من عسل النحل يعادل 21سعره حرارية.

الفركتوز

وهو ما يطلق عليه levulose أو سكر الفاكهة وهو ذات صيغة جزيئية تشبة الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$(الشكل-1) وهو احلى من السكروز والكلوكوز وتجاريا مشتق من تحويل النشأ ويوجد في العنب بنسبة 20% حيث يعد مادة محلية جدا وتسمح بعض الدول ايضا بإضافته كجزء من مادة التحلية بالاضافة الى السكروز وهواكثر حلاوة من السكروز حيث ان حلاوته قفد تصل الى 1,8 مرة مقارنة

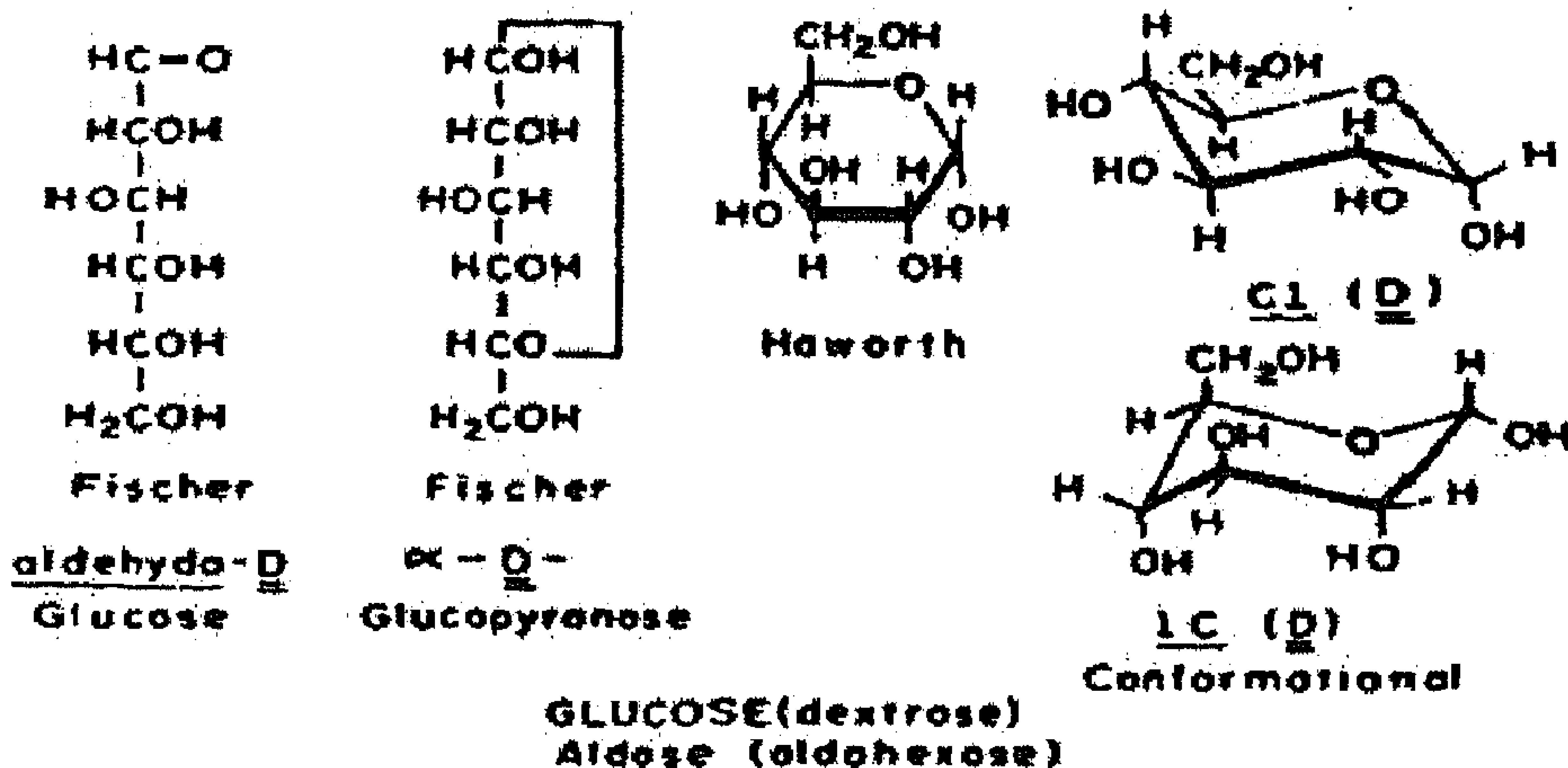
بالسكروز لذلك فأن هذا السكر يضاف اساسا لاعطاء نفس المقدار من الحلاوة ولكن بمقدار اقل من السكروز وهذا بلا شك يفيد في تقليل السعرات الحرارية.



الشكل(1) الفركتوز

الكلوكوز

وهو ما يطلق عليه الدكستروز وهو ذو صيغة جزيئية تشبه الفركتوز $C_6H_{12}O_6$ (الشكل-2) وينتج تجاريا من تحلل نشأ الذرة وتسمح بعض الدول بإضافة الكلوكوز كجزء من مادة التحلية يالاضافة الى السكروز وهو يحضر من نشأ الذرة سواء بالحامض أو عن طريق الانزيمات.



الشكل(2) الكلوكوز

السكروز

السكروز او ما يطلق عليه saccharose وهو ذو صيغة جزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$ وهو من الكربوهيدرات الشائعة في المملكة النباتية وهو سكر ثنائي يتكون من الكلوكوز والفركتوز ويحصل عليه من قصب السكر والبنجر وهو يستعمل على نطاق واسع في صناعة الغذاء كعامل محلي ويمكن الحصول علية بشكل عصير أو حبيبات والشكل الحبيبي يحتاج الى تحريك قوي للذوبان الكامل عندما يضاف الى الحليب السائل وهو يضاف مع بقية المواد الصلبة بدرجة 40 م بينما العصير الذي يحتوي من 65- 67% سكر يكون مشبع بدرجة حرارة 20 م وهو سهل الخلط مع الحليب وهو يحتوي من 33- 35% رطوبة ويجب ان يكون نقيا ونظيفا ولا تقل نسبته في المنتج النهائي عن 8% فالسكروز يسبب فقد حموضة اليوغارت بينما السكر الناعم يعطي حلاوة بدون فقد في الطعم الحامضي وغالبا ما يستعمل السكروز كعامل محلي في صناعة اليوغارت المطعم والذي يضاف اما قبل بسترة الخليط أي ان المعاملة الحرارية للحليب من العمليات المرغوبة الذي تضمن تحطيم الاحياء المجهرية الملوثة مثل الخمائر والاعفان ومن الممكن السبورات او في المرحلة عند اضافة الفواكة او المواد المطعمة ويجب تجنب اضافة السكر بعد تكوين الخثرة لان ذلك يحطم من قوام ونسجة الخثرة ويمكن اضافة 3- 4% من السكروز الى اليوغارت العادي ويحتوي يوغارت الفاكهة اقل من10% سكر الذي يكون مستواه في اليوغارت يعتمد على نوعية الفاكهة والمواد المطعمة في المستوى المرغوب في الناتج النهائي ويحتوي اليوغارت المطعم بالفاكهة على10-13% مكافئ سكر بينما اليوغارت المطعم بالفانيلا والليمون والقهوة على 8-10% سكر ويستعمل السكروز بدلا من عصير الذرة الذي يعطي اللون البني وذلك لعدم وجود السكريات الاحادية أو السكريات المختزلة الذي تلعب دوراً مهماً في التفاعلات البنية ويعتمد تركيز السكروز في المشروبات الغازية على نوع المنتج قد يصل تركيزة الى 14% في الانواع الطبيعية لاظهار الطعم الطبيعي المميز للفاكهة او الخضرة المستعملة اما في حالة الانواع الصناعية فأن تركيزه لا يزيد

عن 12% وذلك لقوة الطعم والرائحة الناتجة من مركبات النكهة المضافة او الحموضة في المنتج.

اللاكتوز

وهو سكر ثنائي يتكون من الكلوكوز والكالاكتوز وهو اقل ذوبان من السكروز وهو يوجد بشكل الفا وبيتا لاكتوزالذي لها صفات مختلفة ومن الناحية الوظيفية هي اختلافها في قابلية الذوبان والتبلور، فأن الفا لاكتوز يتبلور بشكل احادي المائية بينما بلورات بيتا لاكتوز لامائية ويكون بلورات صلبة ذات نهايات حادة وهو اكثر تبلورعندما الجزء المائي يحتوي 9% لاكتوز فأنه يكون بلورات كبيرة تعطي قوام رملي غير مرغوب في الفم وهذا السبب يحدد استعماله أو تركيزه في صناعة الايس كريم وتختلف كثافة سكر اللاكتوز مع اختلاف الأشكال البلورية، فأن الفا – لاكتوز أحادي جريئة الماء ويملك كثافة 1,540 بينما بيتا-لاكتوز اللامائي يملك كثافة هي 1,589 وألفا -لاكتوز اللامائي الناتج عن سحب الماء تحت تفريغ هي 1,544 بينما الفا -لاكتوز اللامائي المتبلور من الكحول هي 1,575 ولا توجد علاقة خطية بين كثافة سكر اللاكتوز وتركيزة وتتراوح النسبة المئوية لسكر اللاكتوز ما بين99 – 99,85% للسكر المطابق للمواصفات القياسية وقد تصل الى 91,10% وتعزى الاختلافات في نسبة سكر اللاكتوز الى نقاوة السكر خلال عمليات التبلور فالرطوبة النسبية لسكر اللاكتوز تتراوح مابين 0,5- 0,54% أي أن السكر يمتص أكثر رطوبة عند مقارنته مع سكر اللاكتوز عندما تكون الرطوبة النسبية 60% بينما في رطوبة نسبية 100% فأن سكر اللاكتوز السكروز تمتص اكثر ماء من سكر اللاكتوز أي ان سكر اللاكتوز عند الرطوبة النسبية العالية يعمل كعامل مانع لتكتل وتتغير الحلاوة النسبية للسكريات مع تغير التركيز ويعتبر سكر اللاكتوز أكثر حلاوة نسبية من السكروز في تركيز مرتفع وقوة حلاوة سكر اللاكتوز تكون قليلة مقارنه مع الكربوهيدرات الاخرى وعندما تكون حلاوة السكروز100%، سكر اللاكتوز اقل حلاوة من السكروز بمقدار 16% في محلول 1% أو الفركتوز وتختلف الحلاوة النسبية

للسكريات مع اختلاف التركيز لذلك لا يمكن القول بان أي سكر أكثر حلاوة من الاخر وهي حقيقة في تركيز معين فأن صفة الحلاوة النسبية لسكر اللاكتوز عامل محدد لاستعماله كمصدر للحلاوة فأن بيتا- لاكتوز أكثر حلاوة من الفا-لاكتوز فان حلاوة اللاكتوز بين 16-39% والكالاكتوز بين32-63% والكلوكوز بين72-74% والفركتوز بين 173-175% وقيمة الأس الهيدروجيني لسكر اللاكتوز هي 5,5 والذي تكون ضمن مدى المواصفات القياسية الذي تكون 4-6,5 كما أن قيمة الحموضة لسكر اللاكتوز من 0,03-0,06% وتعزى قيمة الأس الهيدروجيني والحموضة الى ازالة الأملاح غير الذائبة ومعقدات فوسفات الكالسيوم عند إضافة القلوي مع المعاملة الحرارية وان المعاملة الحرارية بدرجة 85-87 م وفي أس هيدروجيني 4,8 يزيد من ازالة بروتينات الشرش عند الترشيح وانخفاض الأس الهيدروجيني يزيد من سرعة تبلور سكر اللاكتوز، العكرة لسكر اللاكتوز يجب أن تكون اقل من5 لكي تكون مطابقة للمواصفات القياسية ويمكن أن تعزى العكرة الى وجود كميات قليلة من المواد الصلبة في الشرش الممكن بقاؤها مع سكر اللاكتوز الناتج من خلال التبلور والتصفية كما أن غياب البروتينات وأملاح الكالسيوم تقلل من العكرة في محلول سكر اللاكتوز المنتج عند الذوبان، استعمال اللاكتوز كمادة محلية يسبب مشاكل في خليط الايس كريم وهو القوام الرملي ومصدر اللاكتوز هو المواد الصلبة اللا دهنية في منتجات الألبان وحوالي54% من المواد الصلبة اللا دهنية هو لاكتوز واقصى تركيز لسكر اللاكتوز الذي يستعمل بأمان له علاقة مباشرة مع تركيزSNF وتستعمل في الايس كريم العلاجي diabetic ice cream وسكر اللاكتوز ذو صفة اختزالية فهو يمكن أن يتفاعل مع البروتينات والببتيدات والأحماض الأمينية لتكوين صبغات بنية سكر اللاكتوز وهو يحمي قابلية ذوبان معقد الكيزينات في الحليب خلال التجفيف بالرذاذ وعند غياب سكر اللاكتوز فأن معقد الكيزينات يفقد تقريبا نصف سعته لإعادة الانتشار وهو يستعمل للسيطرة على اللون البني في الأغذية وهو يعطي لون بني ذهبي في الخبز والذي لا يتخمر في المعجنات ويستعمل في إنتاج الكراميل وهي صبغة مرغوبة ناتجة عن تفاعلات ميلارد البنية وتفاعلات الكرملة التي تحدث بدرجة حرارة

عالية، فأن مجموعة الالديهايد على ذرة الكربون الاولى من جزيئة الكلوكوز موجودة بصورة رئيسية بشكل هيمياسيتال وهي ذرة شيرالية وغير متماثلة.

اشكال سكر اللاكتوز: يوجد سكر اللاكتوز في الطبيعة أو في منتجات الالبان بأشكال بلورية مختلفة هي:

أ. **الفا لاكتوز المائي** α-hydrate lactose: يتكون سكر اللاكتوز من الفا – دي – كلوكوز، بيتا – دي كالاكتوز ولاكتوز زجاجي اعتمادا على ظروف التحضير ويحتوي محلول سكر اللاكتوز بدرجة 25م حوالي 62,25% بشكل بيتا و37,75% بشكل الفا ويتبلور سكر اللاكتوز من النوع الفا بشكل أحادي المائية monohydrate ويحتوي 5% ماء تبلور والذي يحفز بواسطة تركيز محلول اللاكتوز المائي الى حالة فوق الإشباع والسماح لحدوث التبلور بدرجة حرارة 93,5 م، الفا-لاكتوز المائي يكون بشكل صلب ثابت بدرجة حرارة الغرفة وبوجود كمية قليلة من الماء بدرجة حرارة تحت 93,5 م وكل الأشكال الاخرى تتغير الى الفا -لاكتوز المائي وهو يملك انحراف أو دوران نوعي في الماء بدرجة 20م وهو يكون عدد من الأشكال البلورية اعتمادا على ظروف التبلور وتكون البلورات صلبة وتذوب ببطء وعندما يكون حجم البلورات اقل من 10 ميكروميترلا يمكن الكشف عنها وعندما يكون حجمها أكثر من 30 ميكروميتر تكون قوام gritty أوsandy أي رملي وهو من العيوب غير المرغوبة في الحليب المكثف الايس كريم بسبب تكوين بلورات لاكتوز كبيرة الحجم بينما البلورات ذات القطر 16 ميكروميتر والذي يكون عددها قليل ليس لها أي تأثير على نسجة المنتجات، يملك الفا-لاكتوز المائي انحراف ضوئي+89,4 درجة ودرجة انصهار 202م وقابلية الذوبان في الماء هي 7 غم\100 مل من المحلول بدرجة 20م ووزنه النوعي 1,54 بدرجة 20م وحرارة نوعية 0,299 وحرارة احتراق 5687 كيلو جول\مول وهو يكون عدد من الأشكال البلورية الذي تعتمد على ظروف التبلور إلا أن أكثرها انتشارا هو الشكل المنشوري والمخروطي وتكون

البلورات صلبة وغير ذائبة وتعطي قوام شبه رملي عندما توضع في الفم وهو من العيوب الشائعة في منتجات الالبان الغنية بسكر اللاكتوز مثل الايس كريم، الحليب المكثف المحلى أو الجبن المطبوخ ويعتمد العيب على حجم وعدد بلورات اللاكتوز ويمكن له ان يكون عدداً من الاشكال البلورية اعتمادا على حالة التبلور واكثرها الشكل المنشوري والهالي وهي بلورات صلبة وليست ذائبة وتظهر طعماً رملياً عند تذوقها في الفم وهو من عيوب بعض منتجات الالبان مثل المثلجات اللبنية، الحليب المركز او الجبن المطبوخ والذي تحتوي بلورات من الفا – هيدريت والذي يعتمد على حجم وعدد البلورات والبلورات بحجم 10 كاما او اقل لا يمكن الكشف عنها في الفم الا ان اكثر من30 كاما فانها تسبب القوام الرملي.

ب. **الفا لاكتوز اللامائي α-anhydrous lactose**: يحضر بواسطة نزع الماء من الفا –لاكتوز المائي بدرجة حرارة ما بين 65 م و93,5م وهو ثابت فقط عند غياب الرطوبة وينتج الفا لاكتوز اللامائي تحت ظروف مختلفة لينتج نوعين من اللاكتوز اللامائي هما:

1. **اللاكتوز اللامائي غير الثابت أو المنتظم**: وهو ناتج عن التسخين لسكر الفا لاكتوز المائي بدرجة حرارة فوق 100م لينتج الفا– لاكتوز لا مائي ذات درجة انصهار 222,8م ويحدث فقد قليل للرطوبة بدرجة 85م ومن الممكن نزع الرطوبة بسرعة بدرجة 120-125م بينما تجفيف سكر اللاكتوز المائي بدرجة 110 م لمدة 48 ساعة لإنتاج 90-95% الفا لاكتوز لا مائي و 5-10% بيتا – لاكتوز لإمائي وسكر اللاكتوز اللامائي المنتظم يكون ثابت في الهواء الجاف إلا انه محب جدا للرطوبة وهو غير ثابت عندما يتعرض الى ظروف جوية اعتيادية.
2. **الفا لاكتوز لإمائي ثابت**: وهو شكل ثابت لا يمتص الرطوبة ويحضر من تسخين سكر اللاكتوز المائي بدرجة حرارة كافية لنزع ماء التبلور110- 190م أو يحضر في المختبر بواسطة تسخين اللاكتوز اللامائي بدرجة 130م لمدة 2-3

ساعات الى 160م لمدة 30 دقيقة أو استعمال مذيبات مثل الميثانول الجاف أو 95% ميثانول إلا أن الميثانول يسبب تبلور سريع مع درجة حرارة منخفضة(جدول -2).

جدول (2) بعض الصفات الفيزياوية لاشكال اللاكتوز المختلفة

الصفة	الفا لاكتوز مائي	بيتا لاكتوز لامائي
درجة الانصهار (م)	202	252
انحراف نوعي	+89,4 درجة	+ 35 درجة
قابلية ذوبان في الماء (غم \ 100 مل)	7	50
الوزن النوعيبدرجة 20 م	1,54	1,59
الحرارة النوعية	0,299	0,285
حرارة الاحتراق كيلوجول \ مول	5687	5946

3. **بيتا- لاكتوز لامائي**β-anhydrous lactose: يكون اقل ذوبان من الفا- لاكتوز بدرجة أكثر من 93,5م حيث تتكون بلورات لاكتوز من المحاليل السائلة بدرجة حرارة أكثر من 93,5م وهي بلورات مائية وذات درجة انصهار 252م وانحراف أو دوران نوعي +35 درجة وقابلية ذوبان في الماء بدرجة 20م هي 50 غم \ 100 مل ماء مقطر وذات وزن نوعي بدرجة 20 م هو1,59 وحرارة نوعية 0,285 وحرارة احتراق 5946 كيلو جول\مول ويكون بيتا -لاكتوز أكثر حلاوة من الفا-لاكتوز ولا يكون أكثر حلاوة من الخليط المتوازن لسكر الفا وبيتا لاكتوز الموجودة اعتياديا في المحلول(جدول-2).
4. **اللاكتوز الزجاجي lactose glass**: عند تجفيف محلول سكر اللاكتوز بسرعة تزداد اللزوجة بسرعة مما يجعل تبلور سكر اللاكتوز غير ممكن فالشكل غير البلوري الناتج يحتوي الأشكال الفا- لاكتوز وبيتا- لاكتوز بنسبة الذي فيها توجد في المحلول فأن سكر اللاكتوز في الحليب المجفف بالرذاذ موجود بشكل

عصير مركز أو لاكتوز زجاجي غير متبلور amorphous glass الذي يكون ثابت عندما يكون بعيدا عن الهواء إلا انه يمتص الرطوبة والماء بسرعة من الجو مما يصبح لزج sticky ونظرا لسرعة التجفيف وانخفاض نسبة الرطوبة للحليب المجفف فانه لايحدث تبلور للسكر أي ان للاكتوز لا يتبلور في حالة التجفيف بالرذاذ اما في الحليب المجفف بالانجماد فأنه يحتوي مزيج متعادل يحتوي كمية اكبر من بيتا وهو سكر ثابت عندما يحفظ من الرطوبة الا انه سريع الامتصاص للماء حيث يمتص الرطوبة من الهواء مما يصبح لزجا وعندما تصل نسبة الرطوبة حوالي 8% ويبدأ تبلور سكر اللاكتوز وهو يحتفظ بالاضافة الى الرطوبة على ماء تبلور في الشكل الفا-هيدريت الذي يكون متبلور وغير ممتص للماء وهذا هو السبب في كون الحليب المجفف المعرض للهواء يمتص الرطوبة لوقت ثم يطرد الرطوبة مرة اخرى وعندما تجفيف الحليب المركز بطريقة الرذاذ ولا يوجد هناك وقت كافي لتبلور سكر اللاكتوز وعندما يكون محتوى الرطوبة في الحليب المجفف منخفضة فان اللاكتوز الزجاجي ثابت الا ان محتوى الرطوبة يزداد الى 6% وعند تعرض الحليب المجفف الى رطوبة عالية يحصل تبلور سكر اللاكتوز بشكل الفا لاكتوز احادي المائية وعند حدوث التبلور تتكون كتلة من البلورات مما يؤدي ذلك الى تكوين caking يسبب مشاكل في الشرش المجفف بسبب ارتفاع محتوى اللاكتوز حوالي 70% ويمكن تجنب هذه المشكلة من خلال زيادة تبلور اللاكتوز قبل التجفيف من خلال بذر المحلول بواسطة سكر لاكتوز ناعم

السكريات المتعددة قصيرة السلسلة الحاوية لاكتوز: السكريات المتعددة قصيرة السلسلة هي صنف من الكربوهيدرات الذي تتركب من 2-10 وحدات من السكريات الأحادية والذي توجد في الهرمونات والمضادات الحياتية وعوامل النمو وهي من مكونات الأغشية الخلوية وهي تعمل الذيول الحيوية الذي تجعل الخلايا والجزيئات التعرف على الأخرى ويمكن دمج اللاكتوز 4-O-β-D-galactopyranosyl–D-

glucose فأنه يمكن تكوين رابطة كلايكوسيدية في الموقع ¯3 أو ¯4 ويمكن إضافة الأسيتون إلى بنزيل- بيتا لاكتوسيد مع الأسيتون بوجود بارا تلوين السلفونيك فأن ¯3,¯4-acetal يعطي خلات خماسية pentaacetate عند إضافة peracetyl ومعاملة أخرى مع حامض الخليك السائل الساخن لتكوين ¯3,¯4 diol وتفاعل المركب ثنائي الكحول مع الفا اسيتو برومو كالاكتوز α-acetobromogalactose في محلول نتروميثان- بنزين بوجود سيانيد الزئبقيك لانتاج19% من بيتا-¯1 ¯3- كالاكتوبيرانوسيل لاكتوز β-(1¯→3¯)-galactopyranosyllactose بعد إزالة الحماية من benzyl-β-lactoside وتعتبر السكريات الثلاثية من الكربوهيدرات الرئيسية في حليب Tammar Wallaby والكنغر والذي توجد بتركيز لغاية 16 غم\لتر وتخليق α-(1¯→4¯)-galactopyranosyllactose بشكل β-methyl glycoside كجزء من برنامج مرتبط مع ceramide trisaccharide له علاقة إلى مرض فابري، ولدراسة بعض ظواهر المرض يحتاج ذلك إلى مركب نموذجي يحتوي وحدة من β-D-galactopyranosyl طرفية الذي تكون مناسبة للترقيم مع الكربون المشع ^{14}C ومشتقات سكر اللاكتوز المحمية جزئيا مع مجموعة الهيدروكسيل حرة في الموقع ¯4 وهذا المنتوج لايمكن تحضيرة بسهولة بواسطة الطرق المباشرة لذلك يخلق في خطوات فإضافة البنزيليدين إلى methyl-β-lactoside يعطي -methyl-4¯,6 O-benzylidene-β-lactosidepentabenzoate بعد ازالة perbenzoyl ويمكن إزالة وظيفة الاسيتال باستعمال ثلاثي فلورو حامض الخليك ولانتاج -4¯,6 diol الذي يضاف له البنزويل مع كلوريد البنزويل في البيريدين لانتاج62% من methyl–2,3,6,2¯,3¯,6¯-hexa-O-benzoyl-β-lactoside وتكثيف hexabenzoate مع 2,3,4,6-tetra-O-benzyl-D-galactopyrano syl bromide المحفز بالهاليد لانتاج 3% من methyl-4-O-(4-O-D-galacto pyranosyl-D-galactopyranosyl)-β-D-glucopyranoside ويعتبر المركب 6¯-galactosyllactose السكر المتعدد قصير السلسلة الرئيسي الذي يخلق إنزيميا من اللاكتوز بواسطة transgalactosylase من الفطر Penicillium

chrysogenum ويمكن تخليق هذا السكر الثلاثي كيمياويا ويستعمل -˝2,3,2˝,3 tetra-O-acetyl-1,6-anhydro-4˝,6˝ -O-benzylidene–β-lactose كمادة بدايـــة التخليـــق وتشـــقق حلقـــةbenzylidene acetal بواســـطة التحلـــل الهيدروجينيhydrogenolysis على البلاديوم الأسود لانتاج 68% مـن 4˝,6˝-diol وإضافة الكلوكوز إلى المركب ثنائي الكحول مع الفا اسيتو برومـو كـالاكتوز باسـتعمال تفاعـلkoenigs-Knorr المحور يليـه إضـافة peracetyl لانتـاج 62% مـن السـكر الثلاثي المحمي كليا بشكل مادة صلبه بلورية ويمكن الحصول على السكريات الثلاثيـه الحرة β-(1˝→6˝)-galactosyllactose بشكل مسحوق ابيض وتكـون السـكريات المتعـددة القصـيرة السلسـلة الحاويـة سـكر لاكتـوز حاويـة وحـده فيكـوز 2-α-L-fucopyranosyllactose من مكونـات حليـب الام والـذي هـا القـدرة علـى تثبيـط الخلايا haemagglutination دم الإنسان بواسطة مصل سمك eel وهو مثـبط فعـال في ترسيب مادة H الإنسان بواسطة بعض الليسيتينات lecitins وتخليـق فيوكوسـيل اللاكتـوز fucosyllactose المتنـاظر لانتـاج مركبـات يسـتفاد منـه في المسـتقبل في دراســة متخصصــة لمواقــع الارتبــاط والمضــادات الحياتيــة فــأول مركــب مــن fucosyllactose المحضــر هــو3-O-β-L-fucopyranosllactose وتتضــمن طريقـة التحضـير السـيطرة الحركيـة لإضـافة isopropylkidene إلى سـكر اللاكتـوز باسـتعمال2,2-dimethoxpropane الـذي يعطـي 4˝,6˝ -O-isopropylidene وإضـافة الخـلات هـذا المركـب يليـه إزالـة الخـلات لانتـاج -1,2,3,6,2˝,3˝-hexa-O-acetyl-β-lactose ويمكـن تكثيـف الخـلات السداسـية hexaacetate مـع-tri-O-acetyl-β-fucopyranosyl bromide تحـت تأثيـر ظـروف تفاعـل -Koenigs-Knorr يسـبب انتقـال -acetyl 3˝→6˝ المرافقـة مـع ارتبـاط مجموعـة -L-fucopyranosyl فـي الموقـع ˝O-3 وفي الموقـع بيتـا ويمكـن اتبـاع مسـلك بديـل لتخليـــق β(1˝→3˝)trisaccharide الـــذي يمكـــن اســـتبدال -O- ˝4˝,6 isopropylidene بواسـطة 3˝,4˝ -O-isopropylidene المنـاظر ويمكـن تحضـير α-(1˝→3˝)-fucosyllactopse مـن مشـتق الاسـيتال بواسـطة اسـتعمال طريقـة

إضافة الكلوكوز الذي يمكن بواسطتها إضافة ألفا – فيكوز بدون تعقيد، 3`,4`- diol
المشتق من 3`,4` -acetal بواسطة إضافة الخلات وأزالتها يمكن تفاعلة مع 2,3,4-
tri-O-benzyl-α-L-fucopyranosyl bromide تحت تأثير أيون البروميد فأنه
يمكن إنتاج43% من 3`-O-αL-fucopyranosyllactose بعد العزل بواسطة
كروماتوكرافيا العمود وإزالة الخلات من هذا المركب مع تحلل هيدروجيني لمجاميع
البنزيل يعطي α(1` →3`)trisaccharide بشكل مسحوق لامائي ويمكن تطبيق
طريقة إضافة ألفا – فيكوز إلىdiol- 4`,6` المشتق من 4`,6`-O-
isopropylidene lactose hexaacetate ويمكن الحصول على 80% من 6` -
O-tri-O-benzyl-α-L-fucopyranosylk-β-lactose hexaacetate
البلوري فإزالة الحماية التقليدية تؤدي إلى إنتاج سكريات ثلاثية حرة بشكل مسحوق
ابيض بلوري ويمكن تقدير موقع مجموعة fucosyl بواسطة اختزال borohydride
وإضافة permethyl إلى alditol الناتج والتحليل الحامضي ويمكن التعرف على
ثلاث من نواتج التحلل المائي بواسطة كروماتوكرافيا الطبقة الرقيقة بشكل-2,3,4
tri-O-methyl L-fucoseحيث يوجد في 1,2,3,5,6-penta-O-methyl –D-
glucitolو2,3,4- tri-O-methyl –D-galactose رابطة الكلايكوسيدية هي
1`→6`وبنفس الطريقة يمكن تحضير 3`-O-α-fucosyllactose و 6` -O-α-
fucosyllactose ويمكن تخليق2` -O-α-L-fucosyllactose من مشتقات
اللاكتوز المحمية مثل 2,3: 5,6: 3`,4` -tri-O-isopropylidene lactose
dimethyl acetal ويمكن إيجاد طريقة بديله لتخليق 3`-O-α-L-
fucopyranosyllactose و3`-O-β-L-fucopyran osyllactose ويمكن
وصف طريقة لتخليق المركبات باستعمال 1,6-anhydro-4`,6`-O-
benzylidene–3`-O-tosyl-β-lactose الذي يحول إلى 1,6-anhydro-2,3,2`
-tri –O-benzyl-4`,6`-O-benzylidene –β-lactose لانتاج 74% من
المركب بواسطة إضافة البنزيل ومن ثم إزالة tosyl فأن إضافة الكلوكوز في الموقع 3`
باستعمال2,3,4-tri-O-acetyl-D-L-fucopyran osylbromide في البنزين

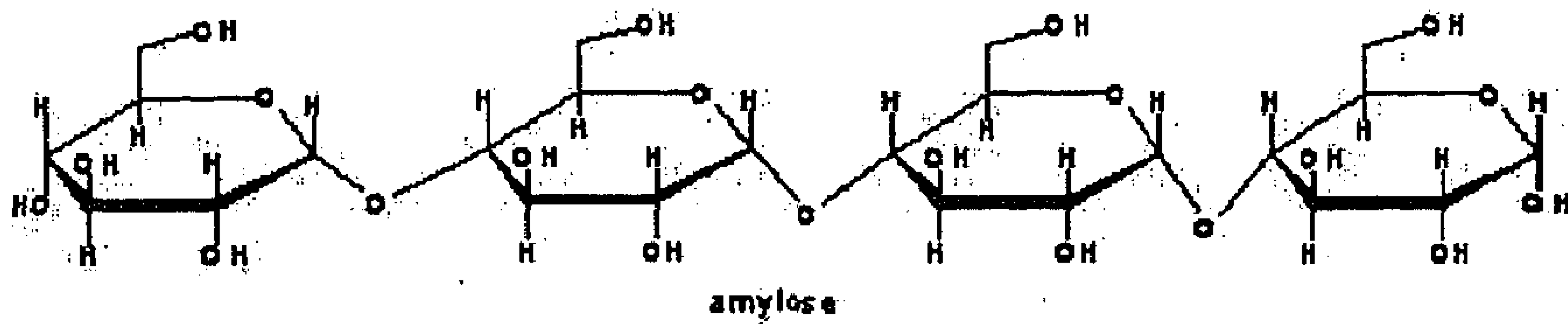
ــ نتروميثان بوجود سيانيد الزئبقيك ويمكن الحصول على خليط من ألفا وبيتا المرتبطة مع مشتقات fucosyl والذي يتم عزلها بواسطة كروماتوكرافيا العمود لانتاج 37,1% و 43,1% من تلك المركبات على التوالي ويمكن الحصول على سكريات ثلاثية حرة بعد تحلل هيدروجيني للبنزيليدين ومجاميع البنزيل وإزالة الخلات وتشقق حلقة 1,6-anhydro-β إلى β-acetate وأخيرا إزالة الخلات وتعتبر السكريات المتعددة قصيرة السلسلة مهمة بيولوجيا بسبب ارتباطها مع مواد مجاميع الدم حيث توجد هناك علاقة بين مجاميع دم الانسان وكيمياء الكربوهيدرات.

النشأ

من الكربوهيدرات الأساسية في النباتات والبكتريا والفطريات ويتكون من 20% اميلوز و 80% اميلوبكتين وهو ناتج عن ارتباط عدد كبير من لوحدات السكرية الأحادية من نوع D-glucose مرتبطة مع بعضها البعض الآخر في حالة الاميلوز بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع ألفا (1← 4) أما في حالة الاميلوبكتين فأن السلاسل المستقيمة ترتبط بروابط كلايكوسيدية من نوع ألفا (1← 4) بينما المتفرعة ترتبط بواسطة روابط كلايكوسيدية من نوع ألفا (1← 6) او تذوب حبيبات النشأ في الماء البارد بسبب وجود الغلاف الخارجي الذي يحيط مكوناتها وعند رفع درجة حرارتها تنتفخ الحبيبات مما ينفجر غلافها الخارجي مما تختلط مكوناتها مع الماء مكونه محلول ثخين القوام ومثال ذلك انتفاخ حبيبات نشا البطاطا على درجة 59 – 67م بينما نشأ الذرة على درجة 64 – 27م وتتوقف درجة الحرارة الذي عندها تنتفخ حبيبات النشأ على عدة عوامل منها الأس الهيدروجيني والمعاملة السابقة ووجود الأملاح ووجود السكريات الأخرى ويتحلل النشأ مائيا أما بواسطة إنزيمات خاصة أو باستعمال الأحماض المعدنية، أنزيمات الاميليزات ها القدرة على تحلل النشأ كليا إلى وحدات مالتوز وكلوكوز ويحصل تحلل النشأ بطريقتين هما α-amylase أو α-glucan-4-glucanohydrolase الذي يوجد في اللعاب وعصير البنكرياس والذي إليه يعزى هضم النشأ في القناة المعوية، يهاجم الاميلوز والاميلوبكتين في

المواقع الداخلية من السلسلة بطريقة عشوائية لينتج خليط من وحدات الكلوكوز والمالتوز، وحدات المالتوز تقاوم التحلل المائي بينما β-amylase الذي هو β- glucan malto hydrolase الذي يهاجم الاميلوز والاميلوبكتين في الروابط الكلايكوسيدية من نوع ألفا (1←4) ويبدأ عمله من طرف السلسلة لينزع وحدات مالتوز ولا واحد من تلك الإنزيمات يهاجم الروابط الكلايكوسيدية من نوع ألفا (1←6) في الاميلوبكتين لذلك يحصل تحلل التفرعات الجانبية بواسطة إنزيم α- glucosidase الذي له القابلية أو القدرة على تحلل الاصرة من نوع ألفا (1 ← 6) في نقاط التفرع، إن ارتباط عمل هذه الإنزيمات مع إنزيمات amylases يحول الاميلوبكتين إلى كلوكوز ومالتوز، النشأ سكر متعدد متجانس مخزون وغير مختزل عمليا لان معظم ذرات الكربون الانوميرية لمجاميع الالديهايد في جزيئات الكلوكوز الموجودة في الاميلوز والاميلوبكتين تكون مرتبطة بواسطة روابط كلايكوسيدية ماعدا مجموعة الديهايد واحدة من جزيئة الكلوكوز في نهاية واحدة من كل سلسلة مستقيمة تعرف بالطرف المختزل بينما الطرف الآخر غير مختزل وبما إن نسبتها قليلة لذلك يكون النشأ غير مختزل، يمكن إضافة المثيل عن طريق أيود يد المثيل متبوعة بالتحلل المائي بالحامض لينتج 2,3,4-tri-o-methyl-glucose مع 2,3,4,6- tetra-o-methyl glucose وهي مشتقات من وحدة كلوكوز الطرفية لسلسلة الاميلوز 2,3-di-o-methyl glucose ويتكون النشأ من نوعين من السكريات المتعددة هما:

أ. **الاميلوز amylose**: هو سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات الفا – دي – كلوكوز (الشكل-3) مرتبطة مع بعضها البعض الآخر بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع ألفا (1← 6) وهو يحتوي ما يقرب 250 – 300 وحدة من وحدات α -D-glucose الذي توجد بشكل سلسلة حلزونية من نوع helix وهذا التركيب

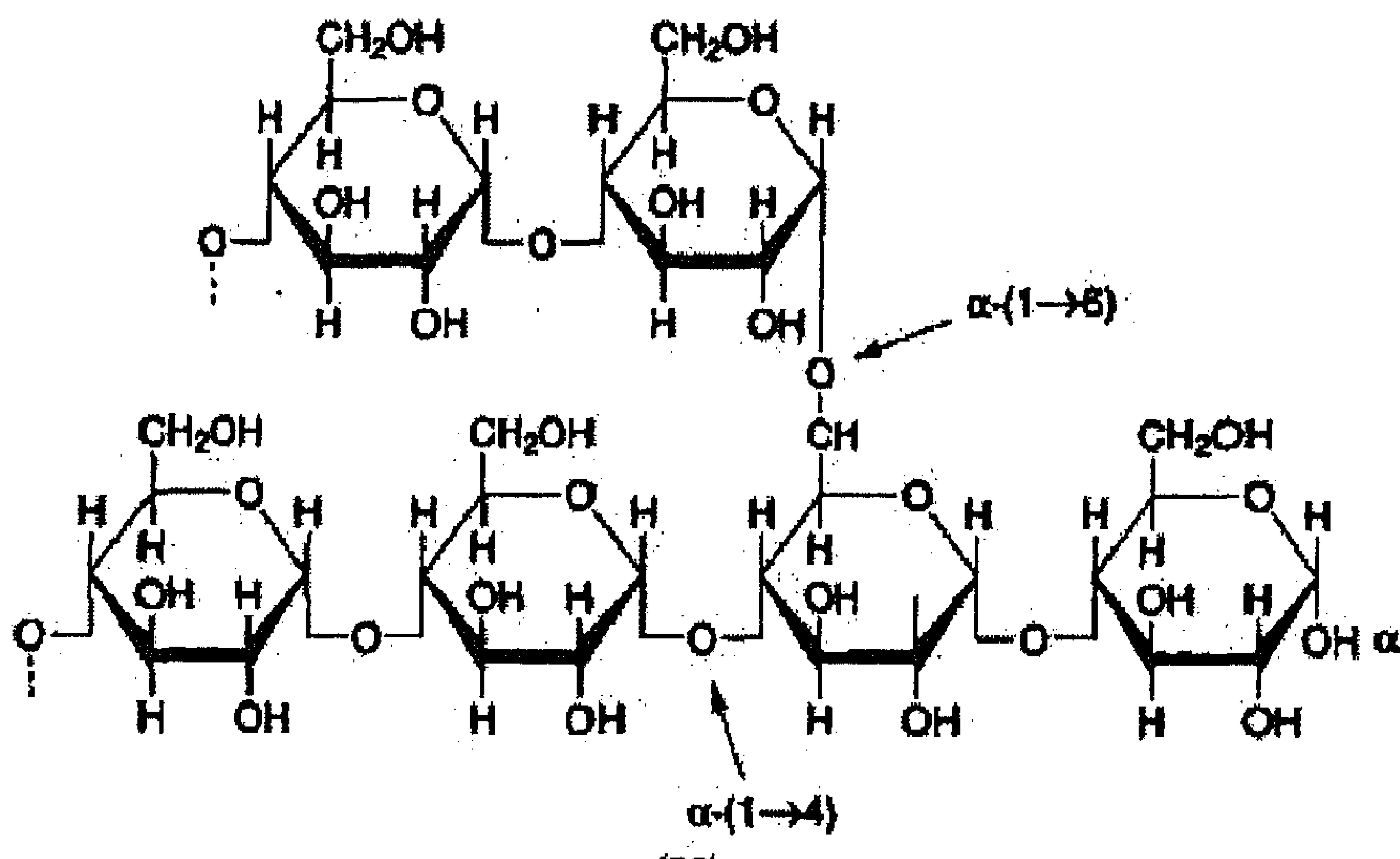


الشكل(3) الاميلوز

الحلزوني مسؤول عن اللون الأزرق العميق مع اليود وتتراوح نسبة الاميلوز في النشأ ما بين 15-20% من الوزن الكلي وتتكون كل دورة في الشكل الحلزوني من ستة وحدات من الكلوكوز تحيط بجزيئة واحدة من اليود عندما يستخدم للكشف عن الشكل الحلزوني ويحتوي الاميلوز ما يقارب 0,2 – 0,4% من المجاميع الطرفية غير المختزلة.

ب. **الاميلوبكتين amylopectin**: يتكون من سلاسل متفرعة ويتراوح عدد وحدات الكلوكوز لكل تفرع من 8-12 وحدة من وحدات D-glucose ويحدث التفرع بين 20 – 30 وحدة من وحدات D-glucose ترتبط تلك الوحدات بعضها مع البعض الآخر في السلاسل المستقيمة بروابط كلايكوسيدية من نوع ألفا (1←4) وفي السلاسل المتفرعة بروابط كلايكوسيدية من نوع ألفا (1←6) وهو يوجد بنسبة ما بين 80 – 85% من النشأ (الشكل-4) وعند تفاعل الاميلوبكتين مع اليود ينتج لون احمر بنفسجي وتشير الدراسات بان للاميلوبكتين نهاية واحدة غير مختزلة لكل 20 – 25 وحدة كلوكوز، زيادة لزوجة أو خفضها، ثبات قابلية الانجماد والانصهار، زيادة قوة الهلام وزيادة المظهر والسيطرة على نضوح الشرش ويتأثر التحوير الكيمياوي للنشأ بواسطة استرة مجاميع الهيدروكسيل في النتشأ مع انهيدريد حامض الخليك، انهيدريد حامض اللسكسنيك ، كلوريد الفسفوريل والفوسفات المختلفة أو بواسطة الاسترة مع propyleneoxide او بالتفاعل مع حامض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك أو بواسطة التبيض مع بيروكسيد الهيدروجين والهايبوكلوريت يترسب الاميلوبكتين في النباتات بشكل حبيبات متراصة ومتماسكة في شكلها وهو يستعمل منفردا أو في ارتباط مع

الاصماغ في صناعة اليوغارت ويؤدي النشأ المحور ويمكن استخدام ارتباطاتها أو مع فوسفيت ثنائي الاستر لتقليل درجة وسرعة انتفاخ الحبيبات الذي تساعد على ثبات اليوغارت وتقاوم الكسر للخثرة خلال التحريك ويكون النشأ المحور مناسب للاستعمال في اس هيدروجيني منخفض.



الشكل(4)

الكحولات السكرية أو Polyols

البوليولات يطلق عليها العلماء السكريات الكحولية ويشير هذا المصطلح إلى تركيبها الكيميائي فقط فهي لا تحتوي على الإيثانول الموجود في المشروبات الكحولية فهذا المركب عبارة عن كربوهيدرات تمد الجسم بالطاقة ولكن بعدد أقل من السعرات في الجرام الواحد مقارنة بالسكر وأشهر أمثلتها السوربيتول، المانيتول، الزيليتول وهي تحقق العديد من الفوائد الصحية حيث لا يحتاج بعضها إلا إلى قدر قليل من الأنسولين بينما بعضها الآخر لا يحتاج إلى الأنسولين لتمثيلها غذائيا وبذلك فهي مرشحة لتكون أفضل بدائل السكر لمرضى السكر.

- اللاكتيتول Lactitol: وهو من مشتقات التحوير الكيمياوي لسكر اللاكتوز وهو سكر كحولي مشتق من سكر اللاكتوز بواسطة إضافة الهيدروجين الى سكر الكلوكوز الموجود في سكر اللاكتوز وهو ناتج عن اختزال سكر اللاكتوز بوجود النيكل وهو ذات صيغة O-4-beta-D-galactosylpyranosyl-D-sorbitol وهو يتبلور بشكل أحادي أو ثنائي المائية ولا يمكن ايضه في الحيوانات الراقية وهو حلو نسبيا وهو يقلل من امتصاص السكروز والكولسترول في الدم والكبد وهو مضاد للسرطان ويستخدم في الأغذية منخفضة الطاقة مثل المربى والمارميلاد والشيكولاته والمعجنات لا يمتص الرطوبة ويستعمل لتغطية الأغذية الحساسة للرطوبة مثل الحلويات ويمكن أسترته مع واحد أو أكثر من الأحماض الدهنية لتكوين بعض المستحلبات الغذائية وهو يضاهي sorbitans المنتج من السوربيتول ويتوفر اللاكتيتول بشكل سائل 54% ومواصفات اللاكتيتول أحادي المائية ومحلول اللاكتيتول (الجدول-3) وهو اقل امتصاص للرطوبة من السوربيتول و xylitol ومشابه إلى mannitol وقابلية ذوبانه جيدة في الماء ويمكن إذابة 149 غم من اللاكتيتول أحادي المائية بدرجة 25م في 100 غم من الماء وتختلف قابلية ذوبان اللاكتيتول أحادي المائية مع اختلاف درجة الحرارة والزوجة لمحاليل اللاكتيتول السائلة مشابه إلى محاليل السكروز عند تركيز متساوي وتختلف لزوجة اللاكتيتول على تراكيز مختلفة وتعتمد قوة حلاوة اللاكتيتول على التركيز وهي 0,4 مقارنة الى السكروز الذي تكون 1وهو ذات طعم حلو نظيف وهو يملك مجموعة اختزالية وكيمياوية أكثر ثبات من سكر اللاكتوز ويملك مقاومة عالية للأس الهيدروجيني خلال عمليات التعبئة أو الصناعة كحلويات مغلية صلبة، ينتج بواسطة هدرجة اللاكتوز بوجود النيكل حيث تتم هدرجة محلول سكر اللاكتوز بدرجة 100م ثم تصفيته المحلول بالترشيح أو التبادل الايوني ويتم تحلل السكر الكحولي ببطء جدا بواسطة انزيم اللاكتيز الذي يحلل سكر اللاكتوز الى كلوكوز كالاكتوز ويدخل الدم بتركيز اقل من 1% والذي يفرز بشكل غير متغير في الإدرار ومعظم اللاكتيتول يمر خلال

الامعاء الدقيقة ويتحول بواسطة البكتريا المعوية الى أحماض عضوية وثاني اوكسيد الكربون (جدول-4) والكمية المسموح بها يوميا منه 40 غم وأفضل كمية مستهلكة هي 20 غم أو اقل وهو لا يزيد من تركيز السكر في الدم أو مستوى الأنسولين في الدم لهذا السبب فأن اللاكتيتول هو سكر مناسب كبديل للأطفال والإحداث المصابين بالسكري وهو يعطي2 سعرة\غم أو نصف كمية السعرات الذي يعطيها السكروز ويمكن استعماله في المنتجات الذي تعطي سعرات حرارية منخفضة وصناعة الحلويات والعلك الايس كريم والمنتجات المجمدة وتحضر polyols بواسطة هدرجة مجموعة الكربونيل في الكربوهيدرات بواسطة غاز الهيدروجين تحت

جدول(3) مواصفات اللاكتيتول أحادي وثنائي المائية ومحلول اللاكتيتول 45%

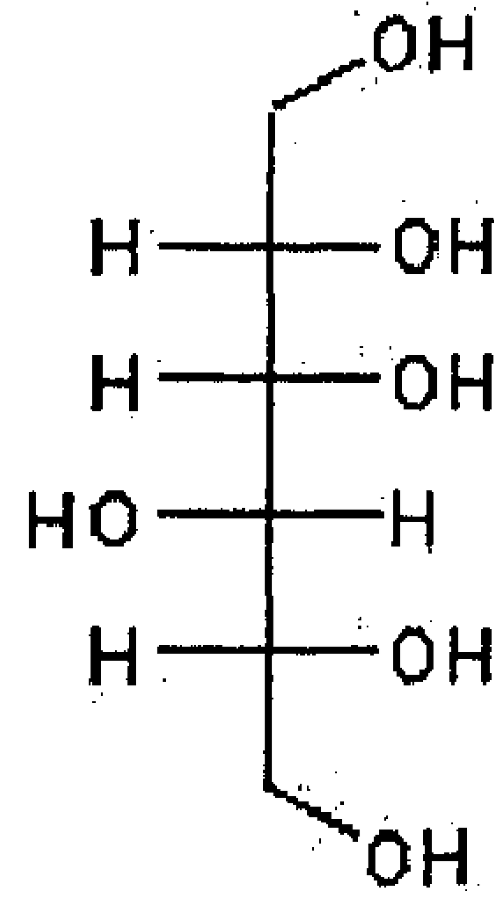
المواصفة	LMH	50% محلول
الوصف	مسحوق بلوري ابيض	سائل عديم اللون
المذاق	حلو	حلو
النكهة	عديم النكهة	عديم النكهة
المحتوى %	96-93,5	54-50
الماء %	5,5	47-45
Polyol %	2,5	2,5
السكريات المختزلة %	0,05	0,2
الانحراف النوعي	14,6+ - 14+	15,5+ -14 +
درجة الانصهار	125-115 م	-
PH محلول 10%	7-4,5	7,5 – 4,5
الكيزينات	20ppm	100 ppm
الرماد	10 ppm	0.05 ppm
المعادن الثقيلة	10 ppm	5pp
زرنيخ	1 ppm	1 ppm
نيكل	1 ppm	1 ppm

ضغط عالي ودرجة حرارة عالية تحت تأثير النيكل ثم ترشيح الخليط وتنقيته بواسطة المبادلات الايونية وإزالة اللون والتركيز والتبلور وتشمل الكحولات المتعددة xylitol, sorbitol, maltitol, mannitol, lactitol وهناك نوعين من اللاكتيتول هما اللاكتيتول أحادي المائية واللاكتيتول ثنائي المائية.

جدول(4) تشقق اللاكتيتول واللاكتوز بواسطة إنزيمات disaccharide المعوية للإنسان

المادة	بعد 1 ساعة	بعد 2 ساعة	بعد 3 ساعة
اللاكتوز	1.6	2.54	3.44
اللاكتيتول	1.022	0.045	0.071

- **المانيتول Maltitol**: هو أكثر تلك البدائل الموجودة طبيعيا في الكثير من الفواكه، ويحتوي على ما يعادل نصف الوحدات الحرارية التي يحتوي عليها السكر العادي وتدخل مكونات هذا النوع من السكريات بأطعمة البونبون أو العلكة والتي تسمى light لأنها تحمي من التسوس وبسبب قلة الواحدات الحرارية لتلك المنتجات قد يستخدمها الفرد بكثرة ما يؤدي إلى زيادة السعرات الحرارية وأن كثرة تناول تلك المنتجات قد يؤدي إلى الإسهال.
- **السوربيتول**: هو مركب كحولي عديد الهيدروكسيل ينتج تجاريا من الكلوكوز باضافة الهيدروجين بعملية الهدرجة أي يحصل تحويل مجموعة الالديهايد في الكلوكوز الى مجموعة كحول (الشكل-5) وهو يملك نصف حلاوة السكروز ويوجد



الشكل(5) السوربيتول

في التفاح، الكرز والخوخ ويستعمل في صناعة اليوغارت المطعم أو يوغارت الفاكهة ويعطى للاشخاص الذين يعانون من السكري، تكون سرعة امتصاص السوربيتول في القناة الهضمية بطيئة مقارنة مع الكلوكوز وله تأثير قليل على مستوى السكر في الدم ولا ينصح بتناولة لأنه يسبب الاسهال.

السكر المحول Invert sugar

وهو خليط لأنواع مختلفة من الكلوكوز والفركتوز الناتجة عن التحلل المائي للسكروز والذي يحصل عليها بشكل عصير وهي أحلى من السكروز وهو ناتج عن تحويل السكر مع نشاط دوراني يميني الى يساري وبالعكس وتعتمد الانواع المختلفة من السكر على المادة الخام وهو يتكون عندما يتعرض السكروز الى تحلل حامضي بوجود الحرارة وتتراوح درجة التحول من 10– 90% ومن محاسن التحويل هو ان محتوى الرطوبة 23% ويمكن تدول المنتوج بدرجة تركيز عالية بدون تبلور وهي تخفض درجة الانجماد وتستعمل بمقدار لا يزيد عن ربع إلى ثلث السكريات الكلية في الخليط وتعتمد الانواع المختلفة من السكر على المادة الخام.

الانيولين Inulin

سكر كربوهيدراتي متعدد ومتجانس ومخزون ويوجد في الأبصال للعديد من النباتات مثل البصل والثوم أو الدرنات مثل الداليا Dahlia والطرطوفه وهو ناتج عن ارتباط عدد كبير من الوحدات من السكريات الأحادية سداسية ذرات الكربون الكيتونية مثل الفركتوز المرتبطة بعضها مع البعض الآخر بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع بيتا (1← 2) وهو قليل الذوبان في الماء البارد وسهل الذوبان في الماء الساخن ويترسب بواسطة الكحول ولا يتلون باللون الأزرق مع اليود ولا يختزل محلول فهلنك، يتحلل مائيا إلى فركتوز عند معاملته بالأحماض المخففة، يساري الانحراف ويستعمل في الأبحاث الفسيولوجية لتقدير سرعة الترشيح الكلوي ويتركب من حوالي 30 وحدة من الفركتوز.

الدكسترينات

هو عبارة عن مركبات وسطية ناتجة عن تحلل مائي للنشأ حيث يتحلل إلى اميلودكستريت - ارثودكسترين - اكرودكسترين- دكسترينات قصيرة - مالتوز- كلوكوز وهي كلايكانات متجانسة مركبة من عدد كبير من وحدات الكلوكوز ويختلف عدد الوحدات مع اختلاف الدكسترينات وهو ناتج عن تحلل جزئي النشأ وقد يكون سلاسل متفرعة أو غير متفرعة من الكلوكوز طبقا لاصلها من الاميلوبكتين أو الاميلوز ويذوب بالماء ويعطي لون بنفسجي- احمر مع اليود عندما تكون الدكسترينات ذات جزيئات كبيرة ومتفرعة مثل ارثرودكسترين ولا يبين صفات اختزالية بسبب وجود عدد قليل جدا من مجاميع الالديهايد في الجزيئات الكبيرة مما لا يعطي أي لون مع اليود مثل الاكرودكسترين وقد تكون مختزلة عندما يحتوي مجاميع الديهايدية حرة ويتحلل الدكسترين إلى مالتوز وكلوكوز عند الغليان مع الحوامض أو إنزيمات ألفا وبيتا -اميليز ويترسب بواسطة المحلول المشبع من كبريتات الأمونيوم

ويوجد بشكل مسحوق ابيض ويعطي نتيجة موجبة مع محلول فهلنك والاوزازون وبارفويد والتخمر الكحولي ويستعمل في لصق الطوابع البريدية وظروف الخطابات.

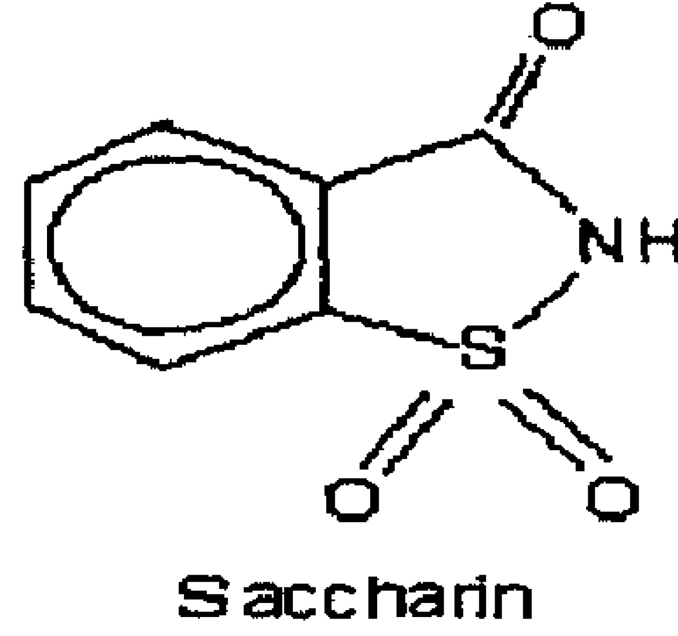
اللاكتيولوز lactulose

عند تسخين الحليب بدرجة حرارة منخفضة تحت تأثير ظروف قليلة القلوية تسبب تحويل سكر الكلوكوز في جزيئه سكر اللاكتوز إلى فركتوز مع تكوين لاكتيولوز الذي لا يوجد في الطبيعة وهو لا يتكون خلال بسترة الحليب بطريقةHTST، بل يحصل تكوينها خلال التعقيم بطريقة UHT وخاصة بالطريقة غير المباشرة مقارنة مع الطريقة المباشرة وخاصة عند التعقيم في عبوات ويستفاد من اللاكتيولوز كدليل لقسوة المعاملة الحرارية الذي يتعرض لها الحليب وكذلك كدليل للتميز بين الحليب المعقم بطريقة UHT والحليب المعقم في عبوات ويمكن تكوين اللاكتيولوز خلال تفاعلات ميلارد أو يتكون بواسطة تناظر سكر اللاكتوز المحفز بواسطة مجاميع الأمين في الكيزين، ومحتواه في الحليب المعقم من 10-50 ملغم\100 مل أو يصل إلى 72 ملغم\100 مل أو قد يصل إلى 137 ملغم\100 مل وتختلف مع اختلاف المعاملات الحرارية، فالتسخين بدرجة 150م\30 ثانية يعطي 35,5 ملغم \100 مل أو 39 ملغم\1.

ثانيا – المحليات غير الغذائية\المحليات الصناعية: وهي عبارة عن مواد غذائية شديدة الحلاوة تعطى كميات بسيطة وضئيلة من السعرات الحرارية كالسكارين، الاسبارتام، السيكلامات، اسيسلفام البوتاسيوم، سكرالوز، نيوتام، وتستخدم في وجبات مرضى السكر والسمنة في العديد من دول العالم والغرض الأساسي من استخدام هذه المركبات هو تحليه الأطعمة والمشروبات دون الإمداد بالطاقة أو زيادة مستوى كلوكوز الدم ولذلك فهي تستخدم في وجبات إنقاص الوزن للمصابين بالسمنة وكذلك تدخل في غذاء مرضى السكر، فالمحليات الصناعية هي مواد مصنعة تستخدم بدلاً من السكر في الأطعمة والمشروبات وهي أحلى وأقل

سعرات حرارية من السكروز\ سكر المائدة ويستخدمها بكثرة أولئك الذين يتبعون نظام الحمية ومرضى البول السكري فالتركيب البنائي لمعظم المحليلات عديمة القيمة الغذائية مثل السكرين المتوفر بشكل ملح الصوديوم او البوتاسيوم في اورثو بنزوسلفاميد فالسايكلاميتات كاملاح الصوديوم او الكالسيوم لحامضcyclohexane sulfamic والسايكلاميت يكون 30-40 مرة اكثر حلاوة من السكروز وتستعمل تلك المحليات لانتاج منتجات منخفضة الكربوهيدرات ويستعمل الاسبارتام بمفرده أو في ارتباط مع الفركتوز البلوري أو المحليات غير الغذائية الأخرى في انتاج يوغارت منخفض السعرات أو الكربوهيدرات ويمكن استبدال السكروز بواسطة تلك السكريات في صناعة اليوغارت ليقل محتوى السكروز الى 13% وهذا الانخفاض في السكروز يصل70% والمتبقي من السكر هو اللاكتوز فجزء منه يمكن نزعه باستعمال 80% من مركزات بروتين الحليب الذي يحصل عليه من الترشيح الفائق للحليب الفرز وانخفاض السكر في اليوغارت ناتج عن خفض في السعرات ان ما يميز المحليات الصناعية هو طعمها الحلو الذي يداعب البراعم خاصة بالمذاق الحلو على اللسان إلا أنها لا تضيف إلى غذاء الإنسان تقريباً أية سعرات حرارية ما بين صفر إلى 4سعرات حرارية حسب النوع والمحليات الصناعية تختلف كيميائياً عن السكر ولذلك فهي لا تتسبب في نفس المشاكل التي يسببها السكر عند تناول أغذية سكرية حيث تتكاثر البكتريا سريعاً في الفم مفرزة أحماضاً تتلف طبقة المينا التي تغطي الأسنان ولكن المحليات الصناعية لا تعمل على نمو هذه البكتريا وبناءً عليه فإذا استخدمت الأطعمة المحلاة صناعياً بتلك التي تحتوي على السكر الطبيعي فسوف يقل تعرض الأسنان للتآكل بالإضافة إلى ذلك فتعتبر المحليات الصناعية هبة حقيقية لمرضى السكر فبخلاف السكر الطبيعي الذي يسبب تقلبات خطيرة في نسبة السكر في الدم فإن المحليات الصناعية لا تؤثر على هذه النسبة إطلاقاً فالمحليات الصناعية تسمح لمرضى السكر بالاستمتاع بتلك المشروبات دون التعرض لمخاطر السكر.

1. السكارينSaccharin: كان أول محلي صناعي وتم تصنيعه في الأصل عام 1879 وقد طورت عملية لإنتاج الساكرين من أنهيدريد فثاليك عام 1950ويتم انتاجه حاليا من هذه العملية ويصنع من مادة طبيعية موجودة بالعنب(الشكل-6) وهو يتميز

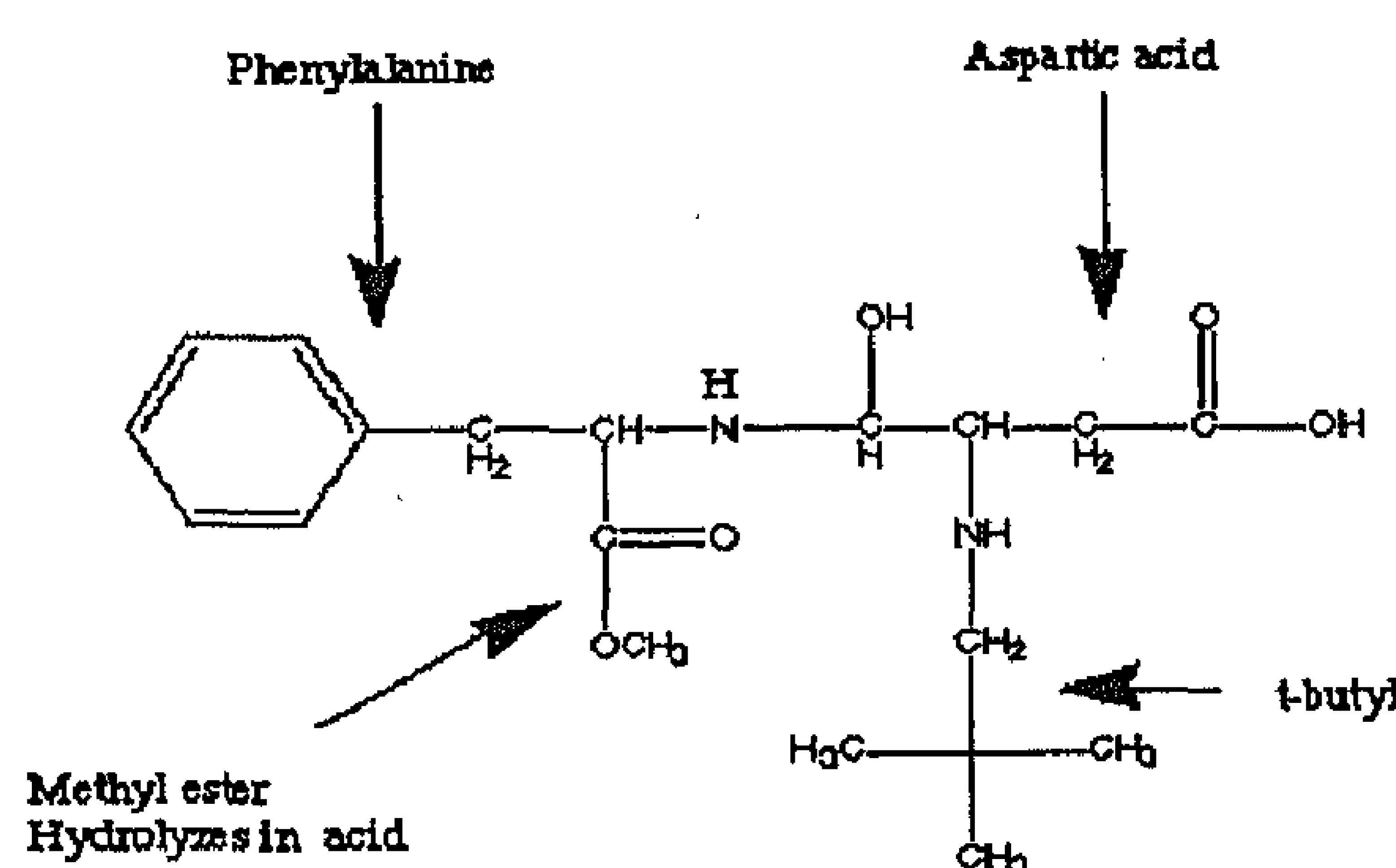


الشكل(6) السكارين

بأنه مركب صناعي عضوي بلوري ابيض معروف بقوته للتحلية ويتميز بأنه خال من السعرات وهي من أول المواد المستعملة لأغراض التحلية الصناعية وأكثرها انتشاراً ويرجع ذلك فضلاً عن كونها مصدراً للتحلية خاليا من الطاقة إلى قدرتها الفائقة على التحلية التى تفوق السكر العادي بحوالي 200-700 مرة مع رخص ثمنها إلا أنه إذا زادت نسبة السكارين في الشراب عن 0,5% تحدث مذاقاً مراً فى الشراب بالاضافة الى اثرة المحلي فهو يحفظ رطوبة المنتج ثابته في درجات الحرارة العالية ولم يثبت هناك خطورة من استعماله ولم يتحقق بشكل قاطع وجود علاقة بين السكارين وبين سرطان المثانة البولية إلا أنه على أية حال ينبغي استعمال هذه المواد باعتدال وتحت إشراف المتخصصين والمجاز استخدامه من السكارين 5 ملغم/كغم من وزن الجسم ويحتاج إلى إضافة الصوديوم له كي يسهل ذوبانه في الماء وهو لا يجهز الجسم بالسعرات الحرارية وهو يفرز بدون تغير من خلال الكلى وقد حرم استخدامه بواسطة إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية بالفعل عام 1997 بسبب وجود الشوائب الا انها أقرت أنه لا يؤثر على الإنسان، ومع ذلك لا بد من استخدامه بمعدل لا يزيد عن 1000 ملغم للراشدين و500 ملغم للمراهقين وأقر الكونغرس عام 2000 عبارة

تحذر من تناوله ومع هذا ينصح بأن لا يتجاوز تناوله اليومي 5 ملغم/كغم وغالبا ما يستخدم لتحسين طعم معاجين الأسنان والأطعمة الغذائية والمشروبات الغذائية وصناعة ادوية الكحة لكن يعيبه طعم المرارة والمعادن في الفم لذا يخلط أحياناً بغيره من المحليات الصناعية كالاسبارتام أو سايكلاميت ويستعمل كبديل للسكروز في صناعة المشروبات، عمليات الطبخ، محليات المائدة وهو يستعمل قليلا او لا يستعمل في عمليات تصنيع اليوغارت لانه يعطي مذاق مر نسبيا وهو يسبب انخفاض المواد الصلبة الكلية، الريع في المنتوج، الاستهلاك المستمر بمعدل 0,3 غم يوميا يحسن من قابلية الهضم لأن له صفات مطهرةantiseptic وحافظة للمنتوج ويستعمل في الايس كريم العلاجي diabetic فأن تناول كميات مفرطة منه تسبب في ظهور السرطان في الجرذان ولم يذكر أنها تسبب السرطان في الإنسان.

2. **الاسبارتام Aspartame**: تم اكتشافه عام 1965 وأجازته FDA عام 1981م فالاسم التجاري للأسبارتام هو كاندريل أو دايت سويت أو نيوتراسويت Neutrasweet ويباع بشكل عبوات زرقاء الذي أنتج لأول مرة سنة 1965م وهو ببتيد ثنائي يتكون من الحامضين الأمينيين الأسبارتيك والفنيل ألانين وتركيبه البنائي هو L-a-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester (الشكل- 7)



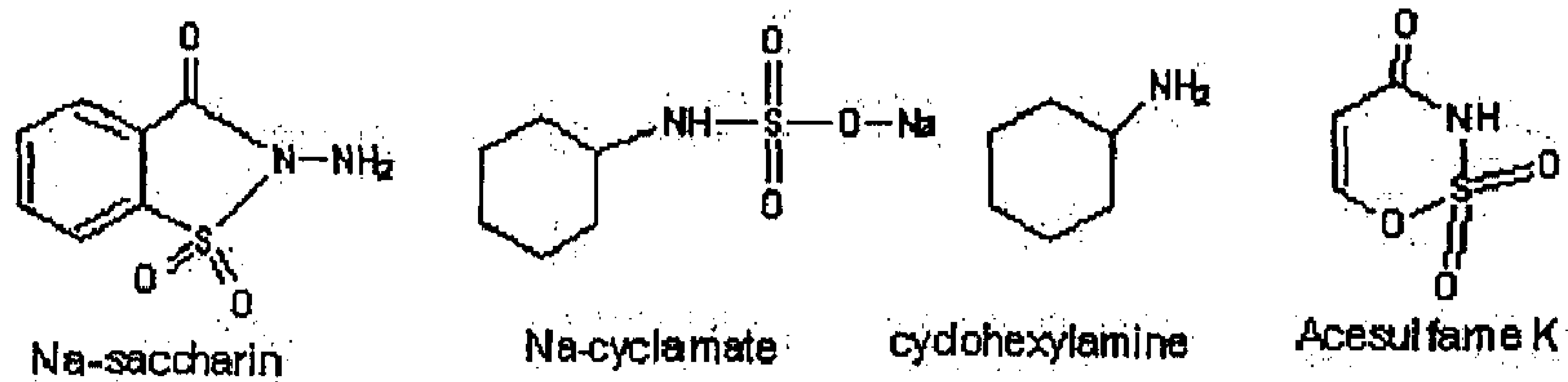
الشكل(7) تركيب الاسبارتام

وهما توجدان طبيعيا في بعض الأطعمة الذي تعادل حلاوته 200 ضعف حلاوة سكر المائدة وعندما يتم هدمة ينتج ببتيد ثنائي الكيتون يتم ايضه ببكتريا البادئ خلال التخمر وهو عبارة عن بروتين بالأصل وليس سكريات وهو ذات طعم حلو وأن تناول كميات كبيرة من هذه المادة قد يسبب أوراما دماغية ويجب عدم اعطاءه لمن يعاني من مرض وجود فنيل الكيتون في الادرار وهو مرض وراثي يصيب الأطفال عند الولادة بنسبة قليلة جدا نتيجة نقص في الإنزيم الذي يساعد على تمثيل الحامض الأميني الفينيل الانين وهو يشبه في صفاته الحامض الأميني الفينيل الانين يوجدان في صورتهما الطبيعية في اللحم والحليب وعند تسخينه لمدة طويلة قد يفقد حلاوته لذلك يضاف قرب عملية نهاية الطبخ ويفضل إضافته بعد إنزال الغذاء من فوق اللهب وهو يوجد على شكل حبيبات بيضاء تذوب في الماء، عديم الرائحة، أقصى درجة ثبات له عند 25 درجة مئوية لذلك فلا يصلح لتحليه الأطعمة التي تحتاج في إعدادها لدرجات حرارة عالية ولمدة طويلة كما يعاب عليه عدم الثبات في الأوساط الحامضية ولقد أقرت منظمة الصحة العالمية الكمية المسموح بها من الأسبارتام وهى 40 ملغم/ كغم من وزن الجسم وعدم تجاوز ما يتناول منه يومياً 50 ملغم/ كغم من وزن الجسم ولكن لاستخدامه في الاغذية فأن 1 غم منه كطعم حلو يعادل الحلاوة الناتجة من استخدام 180 غم سكروز وعليه فالقيمة السعرية له تساوي 0,5% من القيمة السعرية للسكروز وهو لا يترك أثراً مراً كالسكارين ويستعمل الاسبارتام بمفرده أو في ارتباط مع الفركتوز البلوري أو المحليات غير الغذائية الأخرى في انتاج يوغارت منخفض السعرات أو الكربوهيدرات ويدخل الاسبارتم بشكل رئيس في صناعة المشروبات الغازية، الرقاقات، البونبون، العلكة ويستعمل على نطاق واسع في المنتجات الغذائية ويستعمل محلول الاسبارتام المبستر في اليوغارت وهو يتحلل ببط خلال الخزن وتكون قابلية حفظ اليوغارت الذي يحتوي 7% اسبارتام المخزون بدرجة 4 م هي 8 اسابيع ولا يتحمل الحرارة العالية فلا يصلح كإضافة إلى المعجنات واستعمال مستحضرات الاسبارتام السائل او الحبيبي في صناعة اليوغارت الخفيف يعطي نعومة للمنتوج ويساعد الاسبارتام في الشكل الحبيبي ويحتاج اليوغارت 30 – 45 دقيقة مع

تحريك سطحي لانتشار الاسبارتام وهذه تضاف في المشروبات الغازية المعروفة باسم دايت ولانتاج منتجات منخفضة الكربوهيدرات فهو يزيد من نسبة سرطان الدماغ وأن الارتفاع في نسبة الإصابة في سرطان الدماغ مرتبطة بشكل مباشر مع بدء السماح بإنتاج وتناول الأسبرتام وتأثيره على قدرات الدماغ الأخرى والملاحظ من تركيب الأسبرتام هو احتواؤه على ثلاث مواد مؤثرة بشكل ضار على الدماغ والقدرات العقلية مثل الميثانول بنسبة 10% وبهيئة تخالف ما هو موجود في المنتجات الطبيعية إذ أن الميثانول مادة سامة يكفي تناول ملعقتي شاي منه لحصول التسمم إضافة إلى احتوائه على فينيل ألانين وحامض الأسبارتيك وتوجدان في المنتجات الطبيعية لكن بهيئة مرتبطة بمركبات أخرى وهو حساس إلى بعض الظروف مثل الرطوبة، درجة الحرارة والأس الهيدروجيني وتحلل الاسبارتام سريع بدرجة الحرارة العالية والأس الهيدروجيني المرتفع في أس هيدروجيني 3 – 5 واكثر ثبات في المنتجات المجمدة مثل الايس كريم الذي يكون ذو أس هيدروجيني من 6,5 – 6,8 فأن التحلل المائي يقل بسبب انخفاض الرطوبة الحرة والحالة المجمدة ويمكن استبدال السكروز بواسطة تلك السكريات في صناعة اليوغارت ليقل محتوى السكروز الى 13% وهذا الانخفاض في السكروز يصل 70% والمتبقي من السكر هو اللاكتوز، جزء منه يمكن نزعه باستعمال 80% من مركزات بروتين الحليب الذي يحصل عليه من الترشيح الفائق للحليب الفرز وانخفاض السكر في اليوغارت ناتج عن خفض في السعرات الحرارية ويستخدم في تحلية مجموعة واسعة من الأطعمة والمشروبات منخفضة وقليلة السعرات الحرارية بما في ذلك المحليات المنضدية منخفضة السعرات الحرارية بما في ذلك المشروبات الغازية والمشروبات الغازية المجففة والعلكة والحلويات والمواد الهلامية ومزيج وحشو الكعك والحلويات والحلويات المجمدة واللبن والمحليات المنضدية وبعض الأدوية مثل الفيتامينات وحبات السعال الخالية من السكر وتحدد الكمية اليومية المقبولة للأسبارتام على أساس 50 ملغم/كغم/ يوم وبالتالي فإن الكمية اليومية المقبولة ليست نقطة محددة تنتهي عندها السلامة وتبدأ عندها المخاوف الصحية المحتملة ولا يتراكم الأسبارتام أو مكوناته في الجسم حيث أن الجسم يستخدم مكونات الأسبارتام

بنفس الطريقة كما هو الحال عندما يتم اشتقاق نفس المكونات من الأطعمة العادية وعلاوة على ذلك فإن كميات مكونات الأسبارتام هذه صغيرة بالمقارنة بالكميات المشتقة من مصادر غذائية أخرى وتوفر حصة من الحليب الخالي من الدسم حوالي ست مرات أكثر من الفينيل ألانين و 13 مرة أكثر من حامض الأسبارتيك مقارنة بكمية مساوية من مشروبات الحمية المحلاة بالأسبارتام وبالمثل توفر حصة من عصير الطماطة نحو ستة أضعاف الميثانول مقارنة بكمية معادلة من مشروبات الحمية التي تحتوي على الأسبارتام واستعمال مستحضرات الاسبارتام السائل أو الحبيبي في صناعة اليوغارت الخفيف يعطي نعومة للمنتوج ويساعد الاسبارتام في الشكل الحبيبي ويحتاج اليوغارت 30– 45 دقيقة مع تحريك سطحي لانتشار الاسبارتام واستخدام الأسبارتام لمدة طويلة يؤدي إلى سرطان الدم Leukemia وليمفوما Lymphoma.

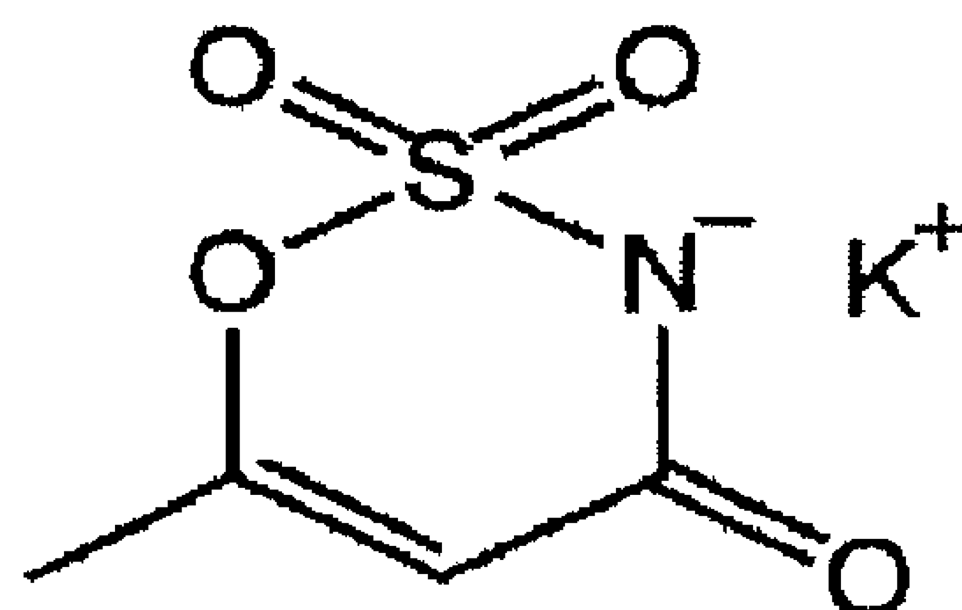
3. السيكلامات Cyclamates: يسمى ايضا السوكاريل الذي اكتشف في عام 1937 الذي خلقت لاول مرة عام 1939 واستعملت في الصناعات الغذائية عام 1950 ثم في عام 1958 كمحلي صناعي ولقد انتشر استعمالها دون ضابط أو رقيب حتى عامى 1966، 1967 وكان ذلك بمثابة الضوء الأحمر المنذر لخطورة استعمالها دون قيد أو شرط للإنسان وهو يتركب من هكسان حلقي، امونيا وحامض الكبريتيك (الشكل-8) وهي من المواد التى انتشر استعمالها خاصة وأنها لا تحدث مذاقاً مراً في الشراب كالذي يحدثه السكارين ووجد أن من نواتج مادة السيكلامات في الجسم حدوث تفتت للكروموسومات، إحداث تشوهات في الأجنة وإحداث أورام خبيثة بالمثانة واقترحت منظمة الصحة العالمية WHO أن لا يزيد الاستهلاك اليومي



الشكل (8) بعض انواع المحليات الصناعية

من هذه المادة على 50 ملغم/ كغم من وزن الجسم كحد أقصى للسلامة فمثلاً يسمح للطفل الذى يزن 30 كغم بحوالي 1,5 غم يومياً ويسمح للبالغ الذى يزن 70 كغم بحوالى 3,5 غم يومياً وهذه الأخيرة ليست بالكمية الضئيلة حيث تكفى لتحلية من 1,5 -2 لتر من السوائل تقريباً وأن السيكلامات لا تستعمل حاليا على نطاق واسع في أي من المشروبات أو الصناعات الغذائية فأنه يمنع استعمالة في العديد من دول العالم كمادة مضافة الا انه يسمح باستعمال السكرين بسبب التاثيرات السامة.

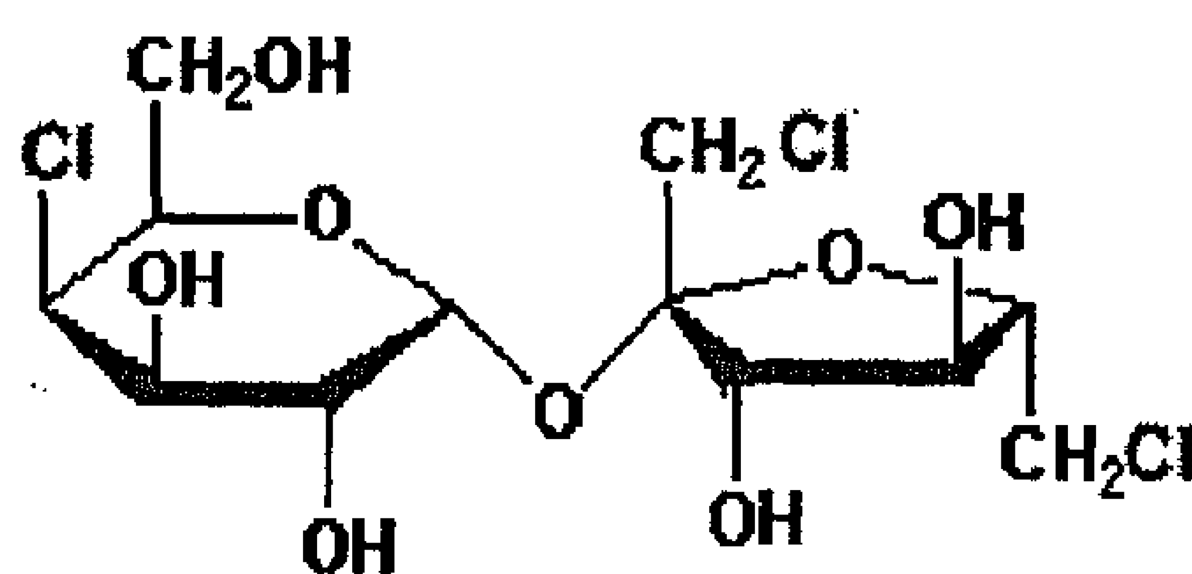
4. اسيسلفام البوتاسيوم Acesulfame-K: وهو مسحوق بلوري الذي يكون 200 مرة اكثر حلاوة من السكروز وتعتمد قوة التحلية على درجة الحموضة للغذاء وهو -5,6-dimetrhyl-1,2,3-oxathiazine-4 (3H) –one -2,2- dioxide (الشكل-9) يسوق تحت الاسم التجاري Sunett واكتشف في عام 1967م وهو من المحليات الجديدة الاخرى المصدقة عام 1988 كبديل عن السكر في اللبان أو العلك وفي خلطة المشروبات الجافة ويعاب على هذا المركب الطعم المعدني المر خصوصا عند التركيز العالي وهو مادة غير غذائية فهو لا يجهز السعرات الحرارية بسبب افراز95% او اكثر وهو يوجد بشكل ملح البوتاسيوم وهو اكثر ثبات من المحليات الاخرى فينصح باستعماله في كل الأطعمة ما عدا اللحوم والدواجن فيما لا يتجاوز 15ملغم/كغم وهو ثابت في درجة حرارة الطبخ وصناعة المعجنات وهو ثابت في



الشكل(9) أسيسلفام البوتاسيوم

درجة حرارة الطبخ وصناعة المعجنات ويستخدم على هيئة ملح البوتاسيوم للاسيسلفام ويمكن تعريض هذا المركب لدرجة حرارة عالية لذا يستعمل مع الأغذية التي تتعرض لمعاملات حرارية إذ يمتاز بالثبات أثناء التسخين لذا يستخدم في منتجات المخابز، فهو يستخرج من خلات حامض الخليك ويتميز بأنه محلياً صناعياً لا يحتوي على أي سعرات حرارية ولا يستطيع الجسم تحليله وبالتالي فهو لا يعطي أي طاقة لكن يعيبه أنه قد يترك بعض المذاق الخفيف في الفم لذلك يُخلط مع محليات أخرى لإزالة ذلك المذاق.

5. سكرالوز Sucralose: تم اكتشافه في عام 1976م وتمت إجازة استخدام البشر له لأول مرة في كندا عام 1991 والولايات المتحدة عام 1998 ثم دول الاتحاد الأوروبي عام 2004 العبوة ذات لون اصفر وهو الوحيد المصنع من السكروز المكون من الكلوكوز والفركتوز عن طريق استبدال ثلاث مجموعات هيدروكسيل بثلاث ذرات كلور (الشكل-10) ويحضر السكرالوز من نوعين من السكر إما السكروز أو الرافينوز ونكهته مثل السكر وتبلغ درجة حلاوته 600 ضعف درجة حلاوة السكر وليس له أية سعرات حرارية بالرغم من تشابهه مع السكر العادي من حيث التركيب وذلك أن المركب لا يتم هضمه لا يعطي أي طاقة ولا يشجع على



الشكل(10) تركيب السكرالوز

تسوس الاسنان وهو شديد الثباتية أثناء المعاملات الحرارية لذا فهو مستقر عند تعرضه للحرارة وبناء على ذلك يمكن استخدامه في المعجنات والمنتجات المقلية وهو غير قابل للذوبان في الدهن نهائيا وبالتالي فهو لا يتراكم في الانسجة الدهنية بالإضافة إلى ذلك لا يتكسر وسوف يتحلل وتنفصل جزيئات الكلوراين في ظروف لم يتم العثور عليها خلال عملية الهضم العادية أي تعريض المسحوق لحرارة عالية ويمتص ما يقارب 15% من السكرالوز في الجسم أما الباقي فيخرج من الجسم دون أن يطرأ عليه تغيير، يستعمل كمادة حافظة لتنظيم الجسم كأغذية طبية، مدعمات غذائية، في صناعة اليوغارت منخفض الكربوهيدرات والخفيف وفي صناعة المشروبات، في صناعة المعجنات، الايس كريم، للتحلية العامة، كبديل للسكر لإزالة أو خفض السعرات في مدى واسع من المنتجات منها المشروبات، المعجنات، منتجات الالبان، الفواكه المعلبة، العصائر والحلويات الذي تكون ضعيفة الامتصاص في القناة المعوية وفي مدى واسع من المنتجات منخفضة السعرات الحرارية منها المشروبات المنعشة، صناعة اليوغارت منخفض الكربوهيدرات والخفيف، المعجنات، مشروبات الدايت والمشروبات، الحلويات المجمدة، العلكة والمنتجات المعجنات وغيرها من الأطعمة ويدخل في صناعة الأغذية والمشروبات واللبان والحلويات المجمدة والعصائر وهو يعطي مذاق السكر الطبيعي لأنه مصنوع من سكر المائدة ولكن لا يمكن هضمه وبالتالي لا يعطي أي سعرات حرارية وكمية السكرالوز التي يجب إضافتها يماثل تقريبا وزن سكر الطعام وذلك بسبب مزجه بالمالتوديكسترين كمادة مالئة والكمية المسموح بتناولها يوميا من السكرالوز 15 ملغم/كغم من وزن الجسم ويملك مذاق مشابة للسكروز وله ضعف حلاوة السكرين و 4 أضعاف حلاوة الكاندريل أو الاسبرتام وهو من المحليات عالية الكثافة الذي لا تكون غذائية وهو ثابت بالحرارة والظروف الحامضية خلال التصنيع الغذائي والخزن وخلط المحليات غير الغذائية يؤدي الى تحسين المذاق ويطيل قابلية الحفظ ويخفض كلفة الانتاج ويخفض تعرض المستهلك الى المحليات المنفردة وقابلية الامتصاص من 11- 27% والمادة الممتصة تفرز مع الادرار بينما يفرز الجزء غير الممتص في الفضلات مما لا يجهز الجسم بالسعرات الحرارية

فوجود الكلور فيه يتم تخزينه في أنسجة الشحم بالجسم وهو غير الكلور الذي في ملح الطعام والذي يتعامل معه الجسم بآليات مختلفة تماماً لإخراجه ومن فوائدة قابلية ثباته الحرارية وهو ثابت بالحرارة والظروف الحامضية خلال التصنيع الغذائي والخزن ويستعمل تقريبا في كل الاغذية الذي يستعمل فيها السكروز ولا يفقد الا عند استعمال الحرارة المعرضة الى قابلية خزن طويلة وهو امين للاستهلاك ويمتاز عن الكاندريل بأنه أثبت في درجات الحرارة العالية ودرجات الحموضة المختلفة لذا يستخدم في المعجنات التي تحتاج أن تبقى مدة طويلة في الحفظ وينتج السبلندا بخلط السكرالوز مع مالتودكسترات كي تكسبها ثباتاً في درجات الحرارة العالية وكتلة في الطعم وحجماً ثابتاً في الذوبان وذلك كله حين تكوين مزيج منها وهو أمر صناعي يجعل الطعم بالمحصلة أقرب ما يكون للسكر ويعد اليوم الأوسع انتشاراً والأكثر استخداماً بين المحليات الصناعية قاطبة.

6. نيوتام Neotame: صرحت إدارة الدواء والغذاء الأمريكية FDA باستخدامه في سنة 2002 كمحلي عام للأغذية باستثناء استخدامه للحوم والبيض وهو يتكون من حامضيين أمينيين هما الفنيل الانين وحامض الاسبارتيك ومجموعة ميثيل وبيتيل وهو أحلى من السكر العادي 7000 - 13000 مرة وهو بدون سعرات حرارية وهو لا يجهز السعرات الحرارية وهو ذات طعم نظيف، حلو، بدون طعم غريب، يفقد الطعم المعدني وهو ثابت بالحرارة، سريع الايض بواسطة انزيمات الاستيريزات حيث يتم فرز الناتج النهائي في فضلات الجسم وثابت خلال درجات حرارة عمليات التصنيع وظروف التخمر وان 99% منه يبقى حيا خلال ظروف البسترة بطريقة UHT و88% تبقى بعد تخمر اليوغارت والخزن لمدة 5 اسابيع ويستخدم بنسبة 6- 10% من السكروز في صناعة اليوغارت ويمكن دمجه مباشرة في منتجات اليوغارت، مستحضرات الفواكه وخلطه مع اساس اليوغارت المتخمر واضافة المادة المحلية من خلال مستحضرات الفواكه وسلامته من أي أعراض جانبية سرطانية أو تناسلية أو

عصبية وبالرغم من تشابهه كيميائيا مع الأسبارتام إلى أنه الدلائل تشير أن لا داعي من التخوف من إمكانية الضرر على الأشخاص المصابين بداء الفنيل كيتون يوريا والكمية المجاز استخدامها هي 18 ملغم/كغم من وزن الجسم وهو سريع الايض بواسطة انزيمات الاستيريزات حيث يتم فرز الناتج النهائي في فضلات الجسم وهو بديلاً جديداً للسكر ويمكن استعماله مع اللحوم والدواجن على أن لا يتجاوز المتناول منه 18ملغم/ اليوم.

7. **الاليتام Alitame**: من المحليات غير الغذائية وهو ببتيد مكون من حامض الاسبارتيك والحامض الاميني الانين مع طرف كربوكسيلي وهو 2000 مرة اكثر حلاوة من السكروز وهو ذات مذاق مر وغير معدني وهو يخلط مع المحليات الاخرى عالية الكثافة لتقليل نوعيتها.
8. **ثنائي كيتوبيرازينdiketopiuperazine**: ليس له تأثير مؤذي والعامل المحدد الرئيسي في استعماله هو فقد قابلية الثبات الحراري.
9. **ثنائي هيدروكسي هالكونDihydroxyhalcone**: محليات يحصل عليها من الكلايكوسيدات الفينولية الموجودة في قشور الحمضيات وبعض المركبات يحصل عليها من naringin الموجودة في العنب أو من الفلافونويد neohesperidin وهو1000 مرة اكثر حلاوة من السكروز.
10. **النيوهيسبريدين ثنائي هيدروكاكون Neohespriden dihydrochalcone**: وهو منتوج عرضي في صناعة الحمضيات وهو 1500 مرة اكثر حلاوة من السكروز وهو ذو طعم عرق السوس Licorice.
11. **الستيفيوسيد Stevioside**: مستخلص يحصل عليه من اوراق نبات في امريكا الجنوبية أو من شجيرة Shrub الافريقية الذي يكون 300 مرة اكثر حلاوة من السكر وهو يشبه thaumatin وهو خليط بروتيني من فاكهة غرب افريقيا وهي خليط من البروتينات مع اواصر ثنائية الكبريتيد وهي ذات طعم حلو الا انها تستعمل كمادة مطعمة.

12. **محليات tabletop**: تحتوي polyols او اسبارتام فأن زيادة استهلاك polyols يستحدث تأثيرات مسهلة وهي سوربيتول وعصير سوربيتول، مانيتول، ايزومالت، مالتول وعصير مالتول ولاكتيتول وزايليلول بينما الاسبارتام يحتوي مصدر فنيل الانين.

13. **الستيفيا**: يصعب تصنيفها في خانة نوع واحد من المحليات وذلك بسبب التركيبة التي تتكون منها وكيف تكونت واستخدمت كمحلي طبيعي في أمريكا الجنوبية منذ قرون واستعملت في اليابان منذ 1970 نظرا لخصائصها الفريدة من انعدام المؤشر الكلايسيمي في الدم وانعدام السعرات الحرارية وفي عام 1987 أصدرت إدارة الغذاء والدواء FDA حظر على ستينيا بسبب عدم اعتمادها كمضاف غذائي، لقد وافقت FDA على اعطاء موافقة عدم ممانعة في عام 2008 على منتج Trovia المحتوي على مزيج من ريبيانا واريثريتول التي اثبت أنه لا يوجد أي أثر جانبي من استخدام ستيفيا كمادة للتحلية من شركات مثل كارجيل وكوكاكولا و Purevia.

14. **تاكاتوز Tagatose**: مادة قليلة الكربوهيدرات مشتقه من سكر اللاكتوز تشبه الفراكتوز الموجود طبيعياً في الفواكه وأجيز استخدامه عام 2001م وهو قليل السعرات 1,5 سعر / غم فالأغذية التي تحتوي عليه لا يمكن أن تصنف على أنها خالية من السكر.

15. **تروبيكانا سلم Tropicana Slim**: هو منتج الشركة الإندونيسية nutrifood هي عبارة عن خليط من السوربيتول بمعدل 2,46 غرام للعبوة، الأسبارتام بمعدل40 ملغرام للعبوة بالإضافة الى الفينيل ألانين أو سوييت إن لو Sweet'N Low الذي يتكون من الدكستروز بنسبة 3,6% والسكارين بمعدل 36 ملغم للعبوة.

16. **محليات اخرى**: هناك العديد من المركبات الطبيعية الاخرى الذي تملك حلاوة مثل glycyrrhizin من جذور عرق السوس licorice ويمكن تحوير البروتين السكري المسمىmiraculin الذي يحصل عليه من فاكهة استوائية تعرف

أما الـتريهالوز فموجـود أساسـاً في نبتـة الفطـر، سـكر miracle berry الرصاص هو بديل سكر صناعي مصنوع من الرصاص وهو مهم تاريخيا بسبب استخدامه الواسع النطاق كمادة للتحلية تنتج في نهاية المطاف التسمم لأي فـرد اعتاد أن يستهلكه وتم استبعاد خلات الرصاص كمحلي صناعي في معظم أنحاء العالم بعد أن ظهرت سميت مركبات الرصاص العالية بوضوح.

مميزات المحليات الصناعية

شديدة الحلاوة مما يجعلها تستخدم بكميات أقل بكثير من السكريات لإعطاء نفس درجة الحلاوة، لا تساهم بسعرات حرارية أو تساهم بمقدار ضئيل لذا تساعد على تخفيف الوزن، لا تسبب زيادة مستوى كلوكوز الدم لذلك فهي تناسب مرضى السكر، تقلل من نسبة حدوث التسوس في الأسنان لأنها غير قابلة للتخمر وتساعد في خفض تكاليف إنتاج الأغذية.

عيوب المحليات الصناعية

السمعة السيئة عن سلامة السكارين الصحية فلقد نشرت عدة تجارب قديمة أن استخدام السكارين بكميات كبيرة أدى إلى زيادة الإصابة بسرطان المثانة، هناك اتهامات وشكوك حول المحلي الصناعي المعروف الاسبارتام كما أنه يمنع استخدامه للمرضى المصابين بمرض الفنيل كيتون يوريا، الإفراط في تناول السكريات الصناعية قد يسبب الإسهال والاضطرابات المعوية.

التوصيات

عدم استخدام المحليات الصناعية في أغذية الرضع، ترشيد استهلاك المحليات الصناعية واستخدامها قدر الإمكان للأشخاص الذين يحتاجونها مثل مرضى السكر وحالات السمنة الزائدة، لا يستخدم الاسبارتام في حالة مرضى وجود الفنيل كيتون في الادرار، عدم استخدام الاسبارتام في الأغذية التي تحتاج إلى معاملة حرارة عالية مثل الكيك ومنتجات المخابز، لا تعبا المحليات في شكل صيدلاني بحيث توحي بأنها أدوية، أن تكون المحليات مسجلة بوزارة الصحة ومطابقة للمواصفات.

الفصل الثالث

صناعة سكر اللاكتوز

صناعة سكر اللاكتوز

من المشاكل التي تواجه صناعة الألبان هي كيفية وجود طريقة اقتصادية للاستفادة من سكر اللاكتوز الذي يستعمل على نطاق واسع في مجالات صناعية مختلفة إلا انه يستعمل على نطاق ضيق في الصناعات الغذائية وأهم مشاكل صناعة سكر اللاكتوزهي انخفاض الإنتاج، نقاوة اللاكتوز المسترجع، ارتفاع كلفة الإنتاج، ارتفاع كلفة استهلاك الطاقة وتعتمد نقاوة المسترجع على مدى إزالة البروتينات والمعادن من الشرش، بعض الخطوات تزيد من النقاوة إلا إنها تزيد من كلفة الإنتاج ولسكر اللاكتوز صفات فريدة يستفاد منها للأغراض الغذائية والصناعية والكيمياوية والصيدلانية والميكروبيولوجية بسبب وجود الصفات الوظيفية المختلفة إلا أن سكر اللاكتوز يلعب دوراً مهماً في تغذية الإنسان كمصدر للطاقة.

خطوات الصناعة

1. **مصدر الشرش:** يصنع سكر اللاكتوز إما من الشرش الحلو الناتج عن صناعة الجبن بواسطة المنفحة الذي يكون ذو أس هيدروجيني من 6,3-5,6 أو من الشرش الحامض الناتج عن تحميض الحليب كما في صناعة جبن الكوتج والقشطة والجبن الإيطالي أو شرش الكيزين مع الأحماض المعدنية ذات أس هيدروجيني من 4,6-4,4 ويمتاز الشرش الحلو بارتفاع محتوى سكر اللاكتوز وانخفاض محتوى الرماد، ويعادل الشرش الحامض إلا إن الشرش الحامض يغير من خواص الشرش مما يزيد من كلفة الإنتاج.
2. **تنقية الشرش:** التنقية خطوة أساسية لإزالة اللبيدات وجزيئات الخثرة العالقة والشوائب مثل الغبار والأتربة والإحياء المجهرية من الشرش حيث تتم تصفية أو ترشيح الشرش المستحصل علية من صناعة الجبن أو الكيزين باستعمال عدة طبقات من قماش الململ حيث يمكن إزالة 98% من الدهن الموجود في الشرش واستعمال قماش الململ بعدة طبقات لإزالة اكبر كمية ممكنة من الجزيئات الكبيرة

والكيزينات والأحياء المجهرية والسبورات البكتيرية وحبيبات الدهن والخلايا الجسدية وجود البروتينات والأملاح في الشرش تزيد من لزوجة الشرش المركز مما تعيق فصل بلورات سكر اللاكتوز مما يمنع تبلوره وانخفاض كمية بروتينات الشرش المدنترة تحسن من نوعية سكر اللاكتوز بسبب انخفاض محتوياته من المعادن.

3. إزالة بروتينات الشرش: deproteination of whey يحتوي الشرش على 20% من البروتينات الكلية في الحليب وتتم إزالة بروتينات الشرش من الشرش المنقى قبل إجراء عملية التركيزعن طريق رفع درجة حرارته إلى درجة الغليان ثم فصل بروتينات الشرش بواسطة الترشيح باستعمال عدة طبقات من قماش الململ فإن مدى إزالة البروتينات والأملاح من الشرش قبل التركيز والتبلور بقدر مدى نقاوة سكر اللاكتوز لان وجود البروتينات والأملاح في الشرش يزيد من لزوجته الشرش المركز ويعيق فصل البلورات كما إن انخفاض كمية بروتينات الشرش المدنترة يحسن من نوعيته سكر اللاكتوز بسبب انخفاض محتوى البروتينات والمعادن في السكر المتبلور، شرش الجبن الناتج عن معاملة الشرش بدرجة حرارة 85 – 87 م في أس هيدروجيني 4,8 ينتج أقصى مواد صلبه للشرش عند الترشيح أما في حالة شرش الجبن الهندي بنير paneer يحصل ارتفاع في محتوى الإنتاج عند التسخين بدرجة 90-92م لمدة 10 دقيقة في أس هيدروجيني 6,6 ويمكن إزالة 95% من بروتينات الشرش عند إضافة 1% من محلول 20% من كلوريد الكالسيوم إلى الشرش المسخن بدرجة 90 –95م وإضافة 10 –20% من هيدروكسيد الصوديوم بدرجة حرارة 86 – 87 م يسبب إزالة بروتينات الشرش وإضافة اوكسيد الكالسيوم بدرجة 93م لمدة 30 دقيقة مناسبة لإزالة بروتينات الشرش ويمكن إزالة اكثر من 60% من البروتين والمعادن وحامض الستريك باستعمال التقسيم الكروماتوكرافيا .

4. إزالة المعادن من الشرش Demineralization of whey: يعتبر محلول سكر اللاكتوز الخالي من البروتين محلول مثالي لانتاج عصير اللاكتوز ماعدا

الطعم غير المرغوب ومحتوى المعادن غير مرغوب فيه ولتحسين نقاوة سكر اللاكتوز من الضروري تقليل محتوى المعادن فأن التركيز بواسطة التبخير يسبب ترسيب الكالسيوم وخلال تبلور سكر اللاكتوز فأن أملاح الكالسيوم غير الذائبة تسبب تلوث بلورات سكر اللاكتوز بسبب قابلية ذوبانها المنخفضة الذي لا يمكن إزالتها عند الغسل بالماء وإزالة 50% من الكالسيوم كافي لتجنب الصعوبات خلال التبخر وتحصل إزالة المعادن من الشرش باستعمال الترشيح الفائقultrafiltrate الذي يسبب إنتاج سكر لاكتوز نقي 99,75% أو يمكن إزالة المعادن بواسطة التبادل الايوني أو التحلل الغشائي الكهربائي electrodialysis أو استعمال بيكربونات الأمونيوم أو استعمال راتنجيات الامتصاص إلا أن هناك تحديدات رئيسية لبعض العمليات مثل التبادل الايوني والتحليل الغشائي الكهربائي الذي تحتاج إلى رأس مال عالي ومشاكل في الإنتاج ويمكن تقليل محتوى الأملاح من خلال انخفاض الأس الهيدروجيني لإزالة الأملاح الذائبة أو بواسطة إضافة العوامل المكلبجة للكالسيوم مثل هكسا ميتا فوسفيت الصوديوم لتكوين معقدات غير ذائبة الذي يمكن إزالة 80% من أملاح الكالسيوم بواسطة المعاملة مع القلوي والحرارة ويمكن إزالة المعادن من الشرش بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعدل 2 مل من محلول 5% لكل 25 لتر من الشرش قبل عملية التسخين للشرش لمعادلة حموضته ويمكن إزالة 12% من الزنك مع الشرش.

5. **تركيز الشرش:** يسبب تركيز الشرش زيادة لزوجته مما يصعب ضخه بينما انخفاض التركيز للمواد الصلبه يسبب عدم كفاءة تبلور اللاكتوز ويمكن تركيز الشرش إلى 65% مواد صلبة كلية باستعمال المبخر الدوار بينما المبخر الحراري يستعمل لتركيز الشرش من 45 – 70% مواد صلبه كلية أو التبخير تحت تفريغ يسبب زيادة تركيز الشرش إلى 45% وهناك بعض التحديات للأجهزة المستخدمة مثل ارتفاع كلفة العمل وتكوين الرغوة وزيادة اللزوجة وتكوين اللون البني بسبب طول فترة العمل ويمكن تجنب بعض تلك التحديات

والصعوبات من خلال استعمال المبادلات الحرارية السطحية القاشطة ويمكن إزالة الرطوبة من الشرش بالتبخير تحت تفريغ إلى ثلث الحجم الأصلي والذي سترفع تركيز سكر اللاكتوز في الشرش إلى 90%.

6. تبلور سكر اللاكتوز: يتم تبلور سكر اللاكتوز لنقله من اللاكتوز الزجاجي إلى الحالة المطاطية وعندما يكون محتوى الرطوبة ثابت فأن التبلور يسبب تحرير الماء مما يزيد من سرعة التبلور، ففي محاليل سكر اللاكتوز المركزة فأن سرعة التبلور تتوقف على توفر سطح البلورة للنمو، نقاوة المحلول، درجة فوق الإشباع، دوران البلورة في المحلول، درجة الحرارة واللزوجة، ويوجد سكر اللاكتوز بشكل زجاجي بلوري أو بشكل زجاجي غير بلوري ومعظم الأشكال البلورية لسكر اللاكتوزهو ألفا – لاكتوز الذي يحدث تبلور بدرجة حرارة اقل من 93,5 م والشكل بيتا – لاكتوز الذي يتبلور بدرجة فوق 93,5 م فالهدف من التبلور هو تكوين البلورات الذي يمكن فصلها من المركز الأصلي، إن تبريد عصير سكر اللاكتوز إلى درجة حرارة اقل من درجة التشبع أساسية لتبلور سكر اللاكتوز وخلال التبلور فان بيتا – لاكتوز يتحول إلى ألفا – لاكتوز وزيادة درجة حرارة التبلور تزيد من سرعة نمو البلورات ويتأثر تبلور سكر اللاكتوز بالأيونات مثل البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفات، التحريك وفترة التحريك، تركيز المواد الصلبة الكلية في الشرش تزيد من كمية سكر اللاكتوز المتبلور وتقلل من حجم البلورات والبذار أو إضافة0,1% من سكر اللاكتوز كما أن الكحولات تقلل من قابلية تبلور سكر للاكتوز وتعجل عملية التبلور من خلال زيادة درجته فوق الإشباع، سرعة تبلور سكر اللاكتوز ينتج سكر لاكتوز من نوع ألفا الثابت stablelactose بينما انخفاض درجة فوق الإشباع ينتج سكر لاكتوز من نوع ألفا – المائي hydrate lactose، انخفاض الأس الهيدروجيني يزيد من سرعة تبلور اللاكتوز مما يساعد ذلك من قابلية ذوبان المعادن أو أن التبريد من 68 –70م إلى 10-12م لمدة 36 ساعة يعطي حجم بلورات من100-150 ميكروميتر والتبريد البطيء إلى10م لمدة 20 ساعة ثم حجز لمدة 15 ساعة بينما التبريد من 78 م

إلى10-15 م لمدة 50-60 ساعة مع التحريك أو التبريد من 60م إلى30م لمدة 12 ساعة تساعد على تبلور سكر اللاكتوز أو يتم تبريد مركز سكر اللاكتوز إلى درجة حرارة الثلاجة 5-10م ثم إضافة سكر اللاكتوز بمعدل 0,5% وتترك تحت تأثير تحريك ميكانيكي باستعمال محرك مغناطيسي بدرجة حرارة الغرفة 25 م لمدة 24 ساعة، يجب المحافظة على استمرارية حركة مركز الشرش لمنع تكوين كتله من سكر اللاكتوز يسبب نمو غير منتظم للبلورات ثم وضع المركز في الثلاجة لمدة 5 أيام لتبلور سكر اللاكتوز، يتأثر تبلور اللاكتوز بالعديد من العوامل مثل أيونات البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفات وارتباطاتهما، إضافة 0,1% من سكر اللاكتوز يزيد من سرعة التبلور وانخفاض الأس الهيدروجيني يزيد من سرعة تبلور سكر اللاكتوز ويساعد في ذوبان المعادن، تبريد محلول السكر المركز بدرجة 68 –70م لمدة 10-12م يزيد حجم بلورات سكر اللاكتوز بينما التبريد البطئ الى 10م لمدة 20 ساعة يزيد من التبلور ومكن جمع بلورات سكر اللاكتوز إما بواسطة الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة\دقيقة أو الفصل المستمر ويمكن غسل بلورات سكر اللاكتوز باستعمال 1,5 كغم من الماء المقطر\1 كغم سكر لاكتوز أو استعمال ماء بارد بمعدل 10% خلال الطرد المركزي.

7. **استرجاع سكر اللاكتوز:** يمكن استرجاع recovery جميع بلورات سكر اللاكتوز إما بواسطة الطرد المركزي أو بواسطة السكب ثم غسل بلورات سكر اللاكتوز بمعدل 1,5 كغم ماء لكل واحد كيلو غرام من سكر اللاكتوز أو 500 –1000 مل ماء لكل 55 غم سكر لاكتوز أو التخفيف بالماء بنسبة 1:5 خلال طرد مركزي أو استعمال ماء بارد بسرعة 10% خلال طرد مركزي، تقليل ماء الغسيل ضروري لتحضير اللاكتوز من مرشح الشرش لتقليل الشوائب أو يتم الفصل بواسطة السكب لمحتوياته الخالية من سكر اللاكتوز ويجب أن لا تزيد نسبة السكر في ماء الغسيل عن 65%، المعاملة الحرارية الأولية وإزالة المعادن جزئيا مع البذار يحسن من استعادة سكر اللاكتوز من الشرش ويمكن استعادة

20% من اللاكتوز بالترشيح الهلامي و92-97% باستعمال التبادل الايوني و85% بواسطة الاستخلاص بالبيريدين.

8. **إزالة اللون:** تتم إزالة اللون بإضافة كاربون منشط أو ما يطلق عليه الفحم الحيواني charcoal مع إضافة 5 مل من حامض الهيدروكلوريك المخفف لكل 5 لتر من محلول السكر ذو تركيز 65% لتسهيل عملية قصر اللون ثم ترشيح الناتج باستعمال ورق ترشيح رقم (1) للتخلص من الكربون المنشط.

9. **تجفيف السكر:** يمكن استعمال ثلاث مراحل تجفيف للشرش ومنتجاته ويتم التجفيف بدرجة حرارة 105 – 115م لدخول الهواء و50م لخروج الهواء للحصول على 65% سكر لاكتوز نسبة الرطوبة فيه 0,45% ويجب أن يكون حجم البلورات 100-900 نانوميتر أو يتم تجفيف السكر النقي في فرن كهربائي بدرجة 5- م لمدة 3 أيام للحصول على سكر لاكتوز منخفض الرطوبة.

10. **طحن سكر اللاكتوز:** يتم طحن سكر اللاكتوز المجفف في هاون خزفي معقم ثم تعبئته في وعاء محكم الغلق بأسرع ما يمكن لحين إجراء التحاليل الكيمياوية الازمة لمقارنته ومطابقته للمواصفات القياسية العالمية والمحلية أو يتم الطحن في ماكنة طحن خاصة عندما يكون الإنتاج على نطاق تجاري.

درجات سكر اللاكتوز: الدرجات الشائعة من سكر اللاكتوز هي الخام crud والقابل للأكل edible USP اللاكتوز الخام هو منتوج يحصل عليه في المرحلة الأولى من العمليات الشائعة لصناعة اللاكتوز ويحتوي العديد من الشوائب وهو يستعمل اللاكتوز المصفى إلى درجة USP بينما اللاكتوز القابل للأكل edible lactose يحتوي اقل شوائب من الخام واقل من درجة USP وهو مناسب للاستعمال في أغذية الأطفال ودرجة USP يحصل علية بواسطة تصفية اللاكتوز القابل للأكل ويكون ذات درجة نقاوة عالية ويستعمل في التحضيرات الصيدلانية وأغذية الأطفال، هناك مواصفات قياسية ونوعية لدرجات مختلفة من سكر اللاكتوز المنتج في العديد من دول العالم وهناك درجات تجارية عالميه مختلفة وهي درجات تكنولوجية نسبة السكر

فيها من 90-92% ولاكتوز خام نسبة السكر فيه من 95 – 99% ولاكتوز درجة غذائية نسبة السكر فيه من 98-99% ولاكتوز صيدلاني نسبة السكر فيه من 99,5 – 99,8%، اللاكتوز الخام يحصل علية في المراحل الأولى من عملية صناعة سكر اللاكتوز ويحتوي مواد غير نقية حيث يستعمل في تنقية سكر اللاكتوز إلى درجات عالية من النقاوة بينما الصالح للاستهلاك أو اللاكتوز الغذائي يحتوي اقل شوائب مقارنة إلى السكر الخام وهو اقل من الدرجات عالية النقاوة ويحصل عليه من تنقية السكر الخام، أما اللاكتوز عالي النقاوة واللاكتوز الغذائي فهو يستعمل للأغراض الصناعية وتغذية الأطفال ولانتاج سكر لاكتوز يستعمل للأغراض الصيدلانية خالي من الشوائب الذي يمكن إزالتها بواسطة إعادة تبلور السكر والذي يحضر كالآتي:

1. يذاب اللاكتوز الخام الرطب في محلول سكر اللاكتوز الذي يحصل عليه من وجبه قديمة بدرجة 90 م لغاية تركيز 52 بركس.
2. ينظم الأس الهيدروجيني إلى 4,5 لترسيب البروتينات لمنع حدوث التبلور.
3. إضافة كربون منشط لامتصاص الشوائب الملونة.
4. ترشيح المحلول بعد الحفظ لمدة 30 دقيقة بدرجة 95م.
5. بذر الراشح لمدة 10 –11 ساعة بدرجة 25 – 30 م مع تحريك بطيء.
6. فصل سكر اللاكتوز المتبلور بواسطة الطرد المركزي ثم تجفيف اللاكتوز المتبلور.

استعمال البذار والتبريد الصحيح يسيطر على حجم البلورات لكي تكون ضمن الحدود المطلوبة وهي 60 – 200 مش، النوعية الميكروبيولوجية عامل مهم للحصول على المواصفات القياسية العالمية الذي يمكن السيطرة عليها باستعمال درجة حرارة عالية، لذلك يجب المحافظة على البلورات من التلوث الميكروبي في المراحل الأخيرة من التركيز والتبلور ثم التجفيف، وهناك درجات متوفرة حسب المواصفات القياسية (جدول-5).

الإنتاج: يحتوي اللاكتوز الخام حوالي 70% من السكر الموجود في الشرش وبين 85-90% لاكتوز وتحويل السكر الخام إلى سكر مصفى يعطي90% إنتاج والإنتاج الكلي هو 100% اعتمادا على محتوى اللاكتوز في الخام.

المواصفات القياسية لسكر اللاكتوز: مكونات سكر اللاكتوز هي 2,5% دهن، 0,05% نتروجين، 9% لاكتوز، 1,5% رماد كلي، 52-52,6 درجة انحراف ضوئي، 2,5% جزء المليون رصاص و 1 جزء بالمليون زرنيخ.

استعمالات وتطبيقات مشتقات اللاكتوز: يحصل تنافس لسكر اللاكتوز مع السكريات الأخرى في صناعة الأغذية وهناك استعمالات مباشرة في الأغذية وكذلك للمنتجات الذي يحصل عليها من التخمر وتحليل سكر اللاكتوز كما تكون هناك تطبيقات في تحسين الطعم السمكي وإلى مصدر قوة في خلايا الوقود الحيوية وهناك كميات كبيرة من سكر اللاكتوز الذي يستفاد منها كمنتجات من الشرش والتحوير الكيمياوي لسكر اللاكتوز يساعد في حل مشكلة الشرش لانتاج مشتقات مفيدة في الصناعة فان استرة السكريات الثنائية مع واحد أو اكثر من مجاميع الأحماض الدهنية لانتاج مركبات الذي تملك نشاط سطحي مما يجعلها ذات تطبيقات مهمة مثل المنظفات الصناعي، العوامل المضادة للبكتريا، المستحلبات الصناعية والمواد الفعالة سطحيا.

جدول(5) المواصفات القياسية لدرجات سكر اللاكتوز المختلفة

التحليل	سكر خمر	سكر خام	قابل للأكل	USP	سكر رذاذ
لاكتوز %	98	4,98	99	85,99	4,99
بروتين %	1	0,8	0,1	0,01	0,05
رطوبة %	0,35	0,3	0,5	0,1	0,5
رماد %	0,45	0,4	0,2	0,3	0,9
دهن %	0,2	0,1	0,1	0,001	0,01
حامض %	0,4	0,4	0,06	0.04	0.03
Ppm Pb	-	-	2 >	1 >	2 >
انحراف ضوئي	-	-	52,4 +	52,4 +	52,4 +
تعكير ppm	-	-	5 >	5>	< 5
لون ppm	-	-	10	5	5
بكتريا \ غم	-	-	< 1	<3	<3
قولون \10غم	-	-			
سبورات \60غم	-	-	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
عفن \10غم	-	-	=	=	=
خمائر \10غم	-	-	=	=	=
سكريات أخرى ملغم	-	-	15	15	15

لا تستعمل السكريات المختزلة لأنها تتحلل تحت تأثير ظروف التفاعلات لانتاج الاستر وهي بالميتات أحادية وثنائية لسكر اللاكتوز ويمكن الاستفادة من سكر اللاكتوز ولا يمكن الاستفادة من الأشكال المختزلة مثل lactitol حيث يسلك lactitol fatty acid monoester صفات فيزياوية تختلف عن مضاهيات سكر السكروز وهي تسلك درجة عالية من النشاط السطحي ويمكن تغير الصفات طبقا إلى طبيعة مجاميع الاستر مثل صفات تكوين الرغوة والشد السطحي والاستحلاب

والترطيب ونسبة مجاميع الهيدروكسيل القطبية إلى سلاسل الأحماض الدهنية غير القطبية في السكر وهي من العوامل المهمة في تقدير الصفة للمادة الفعالة سطحيا وقيمة موازنة الصفة المحبة للماء والصفة المحبة للدهن والذي يمكن تقديرها من هذه النسبة وتكون قيمة العوامل الفعالة سطحيا وقيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن اقل من 8 وبمدى من 1 لغير القطبية إلى 30 للقطبية الذي تكون مستحلب زيت في الماء فان صفات استرات احادي او ثنائي ميرستويل للبيتا مثيل لاكتوسيد لا يمكن وصفها لان استرات حامض الميرستيك للمركب disaccharide polyol ذات قيم عالية من قيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن مما تكون افضل لتكوين الرغوة وكمواد تنظيف من الاسترات طويلة السلسلة، الستياريت والباميتيت تملك قيم منخفضة من قيم موازنة الصفات المحبة للماء والدهن مما تجعلها افضل صفات استحلاب، استرات السكر ذات صفات استحلاب ممتازة وخاصة عندما تستعمل المثلجات المجمدة ومركزات الطعوم الصلبة والدهون والمارجرين والقشطة، ويمكن الاستفادة منها كعوامل استحلاب كما أن استرات اللاكتوز يمكن استعمالها في الصناعات البلاستيكية وكذلك في المواد اللاصقة وتستعمل أيثرات اللاكتوز مثل allyl الايثرات الأخرى كمواد تغطية وعوامل ربط عرضية في الراتنجيات وعوامل تحوير ويمكن تحويل اللاكتوز بواسطة القلوي إلى سكر لاكتيولوز والذي يستعمل لمعالجة المغص في الكبار كما يقلل من البكتريا المنتجة للامونيا ومن الأصناف المهمة الأخرى من مشتقات اللاكتوز هي مركبات iodeoxy وهذه المنتجات تملك صفات حيوية مهمة فالسكريات المكلورة ذات صفات تعتمد على عدد وموقع ذرات الكلور في الجزيئة وبعض السكريات الثنائية أحادية الكلور هي أدوية مضادة للعقم، ويستعمل سكر اللاكتوز في التطبيقات التجارية في الصناعات الصيدلانية والغذائية وهو يستعمل على نطاق واسع كمادة أساسية في صناعة العقاقير الطبية بسبب الطعم الاعتيادي وامتصاص الرطوبة المنخفضة وصفة الجريان العالية وصفة التماسك والتفكك الجيدة كما يستعمل سكر اللاكتوز في إنتاج البروتين أحادى الخلية والزيوت العطرية وفي صناعة الخبز والمعجنات، الحلويات، البيرة، النبيذ، الكحول، الأسيتون،

غــاز الوقــود، حــامض اللاكتيــك، حــامض الســتريك، حــامض الجبريليــك، حــامض الكلوكونيك، حامض اللاكتوبيونيك، حامض الخليك، البيوتانول، حـامض البيروفيـك، حــامض البروبيونيــك، غــاز الميثــان، إنــزيم اللاكتيــز، انتــاج اللاكتــات، انتــاج غــاز الهيــدروجين، كلوكونــات الكالســيوم، والاصــماغ، الأحمــاض الأمينيــة، انتــاج الرايبوفلافين، حامض الاسكوربيك، سيانوكوبالامين، انتاج العلف الحيواني، صناعة المثلجات اللبنية، الايس كريم مركزات وعصائر سكر اللاكتوز، اصبح الشرش في الوقت الحاضر ثروة تتسابق عليها المصانع للاستفادة منها في إنتاج منتجات أساسية لذلك ازداد الطلب عليه فهو يستخدم في إنتاج سكر اللاكتوز وانتاج البروتين أحادي الخلية وانتاج الزيوت العطرية وانتاج الخبز والمعجنات وانتاج البيرة وانتاج النبيذ وانتاج الكحول وانتاج الأسيتون وانتاج غاز الوقود وانتاج حامض اللاكتيك ونتاج حامض الستريك وانتاج حامض الجبريليك وانتاج حامض الكلوكونيك وإنتاج حامض اللاكتوبيونيك وانتاج حامض الخليك وانتاج البيوتانول وانتاج حامض البروفيك وانتاج حامض الالبروبيونيك وانتاج الميثان وانتاج إنزيم اللاكتيز، انتاج اللاكتيك، انتاج الهيدروجين، انتاج كلوكانات الكالسيوم، انتاج الاصماغ، انتاج الأحماض الأمينية، انتاج الرايبوفلافين، حامض الاسكوربيك، وسيانوكوبالامين، انتاج العلف الحيواني، صناعة المثلجات، الايس كريم، انتاج الاجبان، انتاج الحلويات، انتاج مركزات البروتين، انتاج زبد الشرش، انتاج البيتون، انتاج مشروبات الشرش المتخمرة وغير المتخمرة واستخدامه في ري المحاصيل الزراعية.

تبلور سكر اللاكتوز crystallization of lactose: يحصل تبلور الفا لاكتوز المائي α-lactose hydrate فقط ويحصل تبلور بطئ بسبب إدامة الحالة فوق المشبعة من آلفا –هيدريت في المحلول اللازم للدوران أو التحول المستمر من α-lactose anhydride عالي الذوبان إلى الشكل ألفا– هيدريت قليل الذوبان وفي الحليب المكثف فأنه يحدث تبلور اللاكتوز بسبب وجود غرويات الحليب وارتفاع اللزوجة الذي يقلل من معدل الانتشار فأن درجة حرارة التبلور هي 30م، مشكلة

النسجة الناعمة في الحليب المكثف لا تمنع تكوين بلورات اللاكتوز خلال عملية التبريد فحسب، بل لمنع البلورات الذي تكون موجودة في نهاية هذه العملية من نمو البلورات الكبيرة، وهي الفترة في تبريد الوجبة لانتاج بلورات اللاكتوز وهي الدرجة الحرارية المثلى لبذر سكر اللاكتوز وبعد البذار يتم حجز الحليب في هذه الدرجة لمدة لا تقل عن ساعة تحت ظروف التحريك الذي بعدة يتم تبريد سريع إلى الدرجة النهائية وفي نهاية فترة التكثيف، فأن الحليب المكثف الساخن يجب تبريدة من درجة حرارة القدر بأسرع كما يمكن إلى درجة حرارة البذار ودرجة الحرارة المثلى لتبلور سكر اللاكتوز تختلف مع نسبة اللاكتوز إلى الماء في الحليب المكثف والذي تتراوح من 30 – 40م ويؤدي التبلور السريع إلى تكوين عدد كبير من البلورات الصغيرة مما تعطي النسجة الناعمة للحليب المكثف ويخلق التبلور البطئ عدد صغير من البلورات الكبيرة الذي تنتج نسجة رملية أوgritty التبريد للمنتوج يستمر ببطء إلى 24م لمدة ساعة واحدة ويكمل التبريد من 13– 18م مع تحريك مستمر، ومعدل تكوين البلورات يمكن السيطرة عليها بواسطة التحريك وعدد البلورات والمواد الصلبة الكلية ودرجة الحرارة واللزوجة، التحريك خلال التبريد من العوامل المهمة فالتبريد يزيد من سرعة التبلور وبعد البذار والتبلور والتبريد تحت تحريك ثابت ويستمر لمدة ساعة أو اكثر كما يلعب دوراً مهماً في السيطرة على نسجة الحليب المكثف ومنتجات الالبان المجمدة مثل الايس كريم بسبب تكوين بلورات من سكر اللاكتوز والذي تحدد نعومة المنتج كما يعتبر من العوامل الذي تحدد من وجود الرواسب في العبوات كما يلعب دوراً أساسياً في لون وطعم منتجات الالبان المسخنه لدرجة حرارة عالية بسبب تكوين اللون البني نتيجة تداخلة مع بعض الأحماض الأمينية مثل اللايسين كما أن اللاكتوز يحافظ على ثبات الضغط الازموزي وله أهمية حيوية في المراحل الأولى لتكوين المخ كما أن له تأثير كبير على طبيعة التخمر في القناة الهضمية مما يزيد من تمثل الكالسيوم والفسفور كما انه يتشابك مع الكالسيوم مما يقلل من ترسيبه خلال نقله في الجسم كما يساعد في امتصاص المغنيسيوم الضروري للتركيب البنائي للهيم في الاوعية الدموية ويساعد في منع حجز المغنيسيوم ويساعد على ثبات الظروف الحامضية في الأمعاء مما

يقلل من إنتاج الغاز الذي ينتج عن تخمر البروتينات وهو أسرع تمثيل من بقية السكريات نتيجة الايض الكامل له وهو يجهز 16,8 كيلوسعرة\غم ويكون بطئ الايض مما يمنع حدوث تركيز عالي غير مرغوب من الكلوكوز في الدم عند تناول الحليب وهو يلعب دوراً مهماً في إنتاج الالبان المتخمرة، تعتمد قابلية ذوبان سكر اللاكتوز على درجة الحرارة، المحلول السكري له القدرة أن يصبح فوق المشبع قبل ان يحدث التبلور التلقائي ويكون التبلور بطئ وقابلية الذوبان الإضافية بأي درجة حرارة تساوي قيمة التشبع (قابلية الذوبان) بدرجة حرارة اكثر من 30م لتكوين محاليل فوق المشبعة وعدم قابلية ذوبان اللاكتوز عامل مهم في صناعة منتجات الحليب المركزة وعند غياب النويات والتحريك فأن محاليل اللاكتوز لها القدرة على أن تكون فوق المشبعة قبل حدوث التبلور التلقائي وفي بعض المحاليل تكون هناك صعوبة في التبلور، تبريد المحلول المشبع أو التركيز المستمر ما بعد درجة الإشباع تؤدي الى درجة فوق الإشباع وإنتاج منطقة مجال الثبات metastable والذي لا يحدث عندها التبلور بسرعة وفي مستويات عالية من فوق الاشباع يمكن ملاحظة المنطقة المتغيرة، النقاط التي لها علاقة مع فوق الإشباع والتبلور هي:

1. لا يحدث تكوين النويات و نمو البلورات في المناطق غير المشبعة.
2. يحدث نمو البلورات في مناطق laible, metastable.
3. يحدث تكوين النويات في منطقة metastable فقط عند إضافة البذار.
4. يحدث تبلور تلقائي في منطقة laible بدون إضافة مواد البذار.

أن سرعة تكوين النويات البطيئة بمستويات مختلفة من فوق الإشباع وفي المحاليل فوق المشبعة بسبب اللزوجة العالية للمحلول وقابلية ثبات اللاكتوز الزجاجيlactose glass بسبب الاحتمالية الواطئة لتكوين النويات بتركيز عالي جدا، ويحصل تكوين عدد كافي من النويات ويحدث نمو البلورات بمعدل يتأثر بواسطة درجة فوق الإشباع، المساحة السطحية المتوفرة للترسيب، اللزوجة، التحريك، درجة الحرارة والانحراف أو الدوران الضوئي الذي يكون بطئ بدرجة الحرارة الواطئة، يمكن

تقسيم ظاهرة فوق الإشباع الى منطقتين هما منطقة مجال الحركة laible ومنطقة مجال الثبات metastable حيث يوجد المجال الثابت في المراحل الاولى من فوق التشبع والناتج عن تبريد المحلول المشبع أو التبخير بعد درجة الإشباع مما يحدث تبلور ببطء وبسهولة أما المجال المتحرك فهو يحدث في مستويات مرتفعة من فوق التشبع الذي يحدث فيها تبلور سريع.

المشاكل ذات العلاقة مع تبلور سكر اللاكتوز: ميل سكر اللاكتوز لتكوين محاليل فوق المشبعة الذي لا تتبلور بسرعة الذي تسبب المشاكل في منتجات الالبان المختلفة ما لم يسيطر عليها وهذه المشاكل بسبب تكوين بلورات كبيرة الحجم الذي تسبب قوام رملي sandiness أو تؤدي الى تكوين لاكتوز زجاجي الذي يؤدي الى امتصاص الرطوبة hygroscopicity وتكتل cacking.

أ. **الحليب والشرش المجفف:** اللاكتوز من المكونات الرئيسية في الحليب المجفف الكامل والفرز والشرش المجفف الذي يحتوي 30، 50، 70% على التوالي حيث ينتشر فيه البروتين، الدهن والهواء بحالة مستمرة من اللاكتوز الصلب غير المتبلور، ويلعب سكر اللاكتوز دوراً مهماً في صفات منتجات الالبان المجففة ففي المنتجات المجففة الطازجة، فأن سكر اللاكتوز يكون بحالة غير متبلورة مع وجود الفا\بيتا بنسبة 1: 1,6 ويكون سكر اللاكتوز الزجاجي غير متبلور أي بحالة عصير مركز بسبب عدم وجود وقت كافي خلال التجفيف لتبلور سكر اللاكتوز ويملك اللاكتوز الزجاجي ضغط بخاري منخفض ويمتص الرطوبة من الجو بسرعة مما يحدث تجفيف اللاكتوز وتكون البلورات صغيرة اقل من 1 ميكروميتر حيث تكون حافة البلورات غير منتظمة والذي تطرد إليها مكونات الحليب الأخرى حيث يحصل تخثر الكيزين ويحصل تلف غلاف حبيبات الدهن بواسطة التحريك الميكانيكي والتفاعلات البنية الناتجة عن تداخل اللاكتوز ومجاميع الامين في البروتينات عند تبلور اللاكتوز، تبلور سكر اللاكتوز في الحليب المجفف يسبب تكتل المسحوق الى كتلة صلبة فأن سكر اللاكتوز في المنتجات المجففة

الطازجة يكون بحالة بلورية مما يمنع ذلك من تكتل المسحوق عند الالتصاق مع الماء مما يحسن ذلك من قابلية الانتشار dispersibility للمسحوق ويحصل تبلور سكر اللاكتوز عند سحب 10% من الماء في المنتجات المجففة الطازجة ثم إعادة تجفيفها أو بواسطة ازالة جزء من المسحوق المجفف من غرفة التجفيف ثم اكتمال التجفيف لإنتاج مسحوق سريع الذوبان يحصل ترطيب وانتشار التجمعات عندما يكون المنتوج ذات قوام إسفنجي لان الماء يستطيع اختراق الجزيئات بسرعة مما يسهل ذلك من سرعة انتشارها بينما الجزيئات في المسحوق بطئ الذوبان يطفو بسبب انخفاض كثافة الجزيئات الذي تعزى الى عدم قابليته لإزالة الشد السطحي بسبب صغر حجم الجزيئات في الحليب المجفف بالرذاذ ينتج عنه تكوين فراغ غير مناسب للفعل الشعري بين الجزيئات مما يمنع ذلك الترطيب المنتظم مما يحصل تكوين كتل كبيرة بسبب الترطيب من الخارج، المشاكل الناجمة عن تبلور سكر اللاكتوز في الحليب والشرش المجفف يمكن تجنبه والسيطرة علية بالتبلور الاولي لسكر اللاكتوز والذي يتضمن إضافة لاكتوز ناعم الذي يعمل كنويات يحصل تبلور اللاكتوز فوق المشبع عليها واضافة 0,5 كغم من اللاكتوز المسحوق الناعم الى المنتوج المركز للحليب الكامل أو الفرز أو الشرش.

ب. **المرونة الحرارية لسكر اللاكتوز thermoplasticity**: يحصل التصاق المسحوق شبه الجاف والساخن على سطح المعدن في المجفف ما لم تتخذ الإجراءات والاحتياطيات الضرورية اللازمة عند تجفيف محاليل الشرش أو المحاليل الحاوية تراكيز عالية من سكر اللاكتوز مما يؤدي ذلك الى تكوين رواسب وهذه الظاهرة تسمى المرونة الحرارية لسكر اللاكتوز والعوامل الأساسية الذي تؤثر على المرونة هي درجة حرارة الالتصاق sticking temperature مثل تركيز حامض اللاكتيك، اللاكتوز غير البلوري، الرطوبة في مسحوق الشرش، زيادة حامض اللاكتيك لغاية 16% بسبب انخفاض في درجة الالتصاق ودرجة التبلور الأولية لسكر اللاكتوز، منتج الالبان الحاوي 45% لاكتوز متبلور أوليا يملك درجة

التصاق 60 م بينما نفس المنتوج مع 80% تبلور أولي يلتصق بدرجة 78م، التبلور الاولي للمنتج المركز يسمح بارتفاع درجة حرارة التجفيف والتركيز.

تأثير درجة الحرارة على سكر اللاكتوز: يعاني سكر اللاكتوز سلسلة من التفاعلات عند تعرضة إلى العديد من المعاملات الحرارية في الحليب ومنتجاته اعتمادا على درجة الحرارة، فأن تسخين الحليب بدرجة حرارة عالية بين120-140م يخفض من الأس الهيدروجيني للحليب إلى 5,5-6 فأن سكر اللاكتوز يكون مسؤول عن50% من الانخفاض في الأس الهيدروجيني بسبب تكوين أحماض عضوية وبصورة خاصة حامض الفورميك بوجود الأوكسجين، المعاملة الحرارية للحليب ومنتجاته تتضمن تفاعلات بين سكر اللاكتوز والبروتين الناتجة عن تفاعلات ميلارد مما يسبب فقد في اللايسين مع القيمة الغذائية وتطور الطعم غير المرغوب وهذه التفاعلات تحدث بين المجموعة الالديهايدية الحرة في الكلوكوز في جزيئة سكر اللاكتوز والمجموعة الأمينية للحامض الأميني اللايسين في البروتين، التسخين الطويل بدرجة حرارة 112-226 ف ناتج عن تحلل سكر اللاكتوز وتكوين لون بني ومتكرمل، اللون البني يزداد مع زيادة المعاملة الحرارية مثل التعقيم أو التكثيف أو التجفيف أو خلال الخزن لتلك المنتجات فأن درجة الحرارة العالية والخزن الطويل يحصل تفاعل الالديهايدات والكيتونات والمجاميع المختزلة مع الأحماض الأمينية والأمينات والببتيدات البروتينات لان بيتا -لاكتوكلوبيولين يتفاعل مع اللاكتوز وكذلك الكيزين لإنتاج مركبات تؤدي إلى تكوين اللون البني الذي يسبب تغير في لون الحليب المسخن ومن تأثيرات المعاملات الحرارية هي:

1. **تكوين اللاكتيولوز lactulose:** عند تسخين الحليب بدرجة حرارة منخفضة تحت تأثير ظروف قليلة القلوية تسبب تحويل سكر الكلوكوز في جزيئه سكر اللاكتوز إلى فركتوز مع تكوين لاكتيولوز الذي لا يوجد في الطبيعة وهو لا يتكون خلال بسترة الحليب بطريقة HTST، بل يحصل تكوينها خلال التعقيم بطريقة UHT وخاصة بالطريقة غير المباشرة مقارنة مع الطريقة المباشرة وخاصة عند

التعقيم في عبوات ويستفاد من اللاكتيولوز كدليل لقسوة المعاملة الحرارية الذي يتعرض لها الحليب وكذلك كدليل للتميز بين الحليب المعقم بطريقة UHT والحليب المعقم في عبوات ويمكن تكوين اللاكتيولوز خلال تفاعلات ميلارد أو يتكون بواسطة تناظر سكر اللاكتوز المحفز بواسطة مجاميع الأمين في الكيزين، ومحتواه في الحليب المعقم من10-50 ملغم\100 مل أو يصل إلى 72ملغم\100 مل أو قد يصل إلى 137 ملغم\100 مل وتختلف مع اختلاف المعاملات الحرارية فالتسخين بدرجة 150م\30 ثانية يعطي 35,5ملغم\100مل أو 39 ملغم\1000مل بدرجة 141م\8 ثانية أو 104,2ملغم\100 مل بدرجة 147,5م لمدة 40 ثانية.

2. **تكوين الأحماض العضوية:** عند تسخين الحليب بدرجة حرارة اكثر من 100م يحصل تحلل سكر اللاكتوز إلى أحماض عضوية مع زيادة في حموضة التسحيح ويتكون حامض الفورميك بصورة رئيسية ويمثل حامض اللاكتيك 50% من الأحماض العضوية المتكونة وتكوين الأحماض مهم في قابلية الثبات الحراري للحليب مما يخفض الأس الهيدروجيني إلى 5,8.

3. **التفاعلات البنية:** تفاعلات ميلارد هي سلاسل معقدة من التفاعلات التي تحدث في الحليب وهي تفاعلات تكثيف تحدث بين مجموعة الكربونيل في سكر اللاكتوز ومجموعة الأمين في الموقع ايتا في الحامض الأميني اللايسين في البروتين مما يؤدي ذلك إلى تطور اللون البني أو ما يطلق عليه Melanoidins وهذه المركبات مسؤولة عن تغير اللون في الحليب المسخن ويمكن قياس المركبات الوسطية الناتجة عن تفاعلات ميلارد وتركيزها الذي تعطي فكرة عن المعاملة الحرارية ومن هذه المركبات هي:

أ. **هيدروكسي مثيل فرفورال hydroxy methyl furfural:** يستعمل محتوى هيدروكسي مثيل فرفورال كمقياس للكشف عن التفاعلات البنية غير الإنزيمية أو كطريقة لتقدير تركيزه في الحليب المسخن ويمكن تقدير هيدروكسي

مثيل فرفورال الحر أو الحر مع المرتبط المشتق من المركبات الوسطية الأخرى في الحليب المسخن أو المعقم أو ما يطلق عليها الكلي ويمكن قياس الاختلاف في هيدروكسي مثيل فرفورال الكلي مع الوقت ودرجة الحرارة في الحليب المعقم بطريقة UHT وتقدر قيمته من4-42 ميكروميتر\لتر، إن خفض درجة الحرارة واطالة الوقت تؤدي إلى ارتفاع قيمة هيدروكسي مثيل فرفورال الكلي في الحليب المعقم في العبوات وهو 13,7 ميكرومول\لتر ويصل إلى 24 ميكرومول\لتر وقد تصل القيمة في الحليب غير المسخن من2,7-5,3 أو 11,1ميكرومول\ لتر وتكون القيمة 19,83ميكرومول\ لتر في الحليب المسخن بدرجة حرارة 100م \ 10 دقيقة وتصل إلى 9 ميكرومول \ لتر بعد التسخين الأولي وتتراوح القيمة من5,2-16,8 ميكرومول\لتر للحليب المسخن بطريقة غير مباشرة و 4,3-10,4 ميكرومول\لتر في الحليب المعقم بالطريقة المباشرة وتزداد قيمة هيدروكسي مثيل فرفورال مع ارتفاع درجة الحرارة بين 100و150م وتصل القيمة 10ميكرومول\لتر بعد التعقيم غير المباشرة للحليب الكامل و20 ميكرومول\لتر في الحليب الفرز المسخن بدرجة 140م\4 ساعات وهناك انخفاض حاد عند الخزن بدرجة حرارة 2م ويتأثر محتوى هيدروكسي مثيل فرفورال بواسطة الظروف الاختزالية في الحليب بعد التصنيع وخلال الخزن للحليب المعقم بطريقة UHT بدرجة حرارة الغرفة لمدة 16 أسبوعا تحصل زيادة في محتوى HMF من5-7 ميكرومول\لتر وعند الخزن بدرجة حرارة 38 م لمدة 16 أسبوعا يصل مستواه إلى 12 ميكرومول\لتر ويحصل فقد ما بين2 و5 جزء بالمليون وهي ما تقارب 16و40 ميكرومول\ لتر وخلال تعقيم الحليب بطريقة UHT فأنه يحصل ما بين0,8 و1,5% من سكر اللاكتوز الذي يرتبط إلى بروتينات الحليب والجزء المتبقي يرتبط مع الكيزين ويمكن قياس HMF بواسطة جهاز قياس الطيف spectrophotometer بعد تفاعله مع حامض ثايوباربتيوريك أو تقاس بطريقة HPLC.

ب. **توفر اللايسين available lysine**: يمكن قياس التفاعلات البنية أو تفاعلات ميلارد بالطرق الطيفية بعد فقد توفر اللايسين من تفاعل اللايسين مع 2,4-dinitrofluorobenzene ففي خلال المرحلة الأولى من تفاعلات ميلارد يصبح اللايسين غير متوفر غذائيا ويمكن قياس مستويات توفر اللايسين بواسطة العديد من الطرق مثل طريقة FDNB وطريقة ارتباط الصبغة وقياس Furosine ويحصل فقد في توفر اللايسين خلال البسترة والتعقيم والزيادة في الفقد مع قسوة المعاملة الحرارية ويحصل فقد بعد الخزن بدرجة 20 م لمدة 6 اشهر ويزداد الفقد مع تسخين الحليب بدرجة حرارة من130-150م والحجز لغاية 30 ثانية ويحصل فقد من0,61-2% خلال البسترة ومن0,49-4,3% عند التعقيم المباشر بطريقةUHT ومن 0,86-6,5% عند التعقيم غير المباشر بطريقة UHT ومن 3,3-11,13% خلال التعقيم وعند تسخين الحليب في أنابيب من الفولاذ غير القابل للصدأ إلى درجة حرارة 130 و160م تسبب فقد في توفر اللايسين.

ج. **الفيوروسين furosine والبيريدوسين pyridosine**: أحد التفاعلات الذي تسبب فقد في توفر اللايسين في المراحل الأولى من تفاعلات ميلارد الذي تتضمن تكوين Lys–ε-deoxy-lactulosyl فأن التحلل الحامضي هذا المركب يؤدي إلى تكوين اثنان من الأحماض الأمينية الجديدة هما furosine, pyridosine الذي يمكن قياسها كروماتوكرافيا حيث أن قياس furosine يكون اسهل من قياس pyridosine لانه يتكون بتركيز منخفض ويمكن الاستفادة من قياس furosine كوسيلة لقياس مدى تفاعلات ميلارد ويختلف مستوى furosine مع قسوة المعاملة الحرارية للحليب وتعتمد كمية furosine المتطورة من Lys– lactulosyl على التحلل الحامض والظروف المستعملة فيه.

د. **لايسينو – الانين Lysino-alanine**: عند تسخين الحليب يحصل تكوين حامض أميني محور هو lysino-alanine,LAL الذي يمكن قياسه بواسطة

جهاز قياس الأحماض الأمينية بعد تحرير LAL الحر من الشكل المرتبط مع البروتين ويمكن الكشف عن 10-40 جزء بالمليون في البروتين والذي تصل إلى 80 جزء بالمليون ويجب تجنب تداخل pyridosine مع LAL ولا يمكن الكشف عنه في الحليب المعقم بطريقة UHT للحليب والقشطة وقد تصل إلى 400 جزء بالمليون في القشطة المعقمة بطريقة UHT وتعقيم الحليب يعطي 170-570 جزء بالمليون ويمكن تحفيز LAL بواسطة الأيونات الثنائية الموجبة، إن معاملة البروتينات بالحرارة أو القلوي يحول بعض الأحماض الأمينية إلى حامض أميني غير طبيعي هو LAL الذي يسبب تلف الكلى أو ينتج LAL بواسطة طرد مجموعة الفوسفوسيريل من السيرين المرتبط مع الكلوكوز أومن السستيل الذي ينتج عن الإضافة النيوكلوفيلية إلى اللايسين وتكوين LAL م β-casein، α_{S1}، α_{SO} أو يمكن منع LAL بواسطة إضافة العوامل المختزلة مع إزالة الفسفرة أو التحوير الكيمياوي للمجموعة الأمينية ابسيلون في اللايسين، المعاملة الحرارية تحت ظروف حامضية وقلوية معتدلة تسبب فقد للحامض الأميني اللايسين بسبب التفاعل مع المكونات السكرية خلال تفاعلات ميلارد وتحدث الفسفرة في اللايسين بواسطة المعاملة القلوية للبروتين بوجود الكربوهيدرات ويحصل ترابط عرضي يؤدي إلى تكوين LAL، إن المركب الوسطي dehydroalanyl أساسي لتكوين LAL الذي ينتج بواسطة إزالة مجموعة الفوسفوريل في الموقع بيتا أو السيريل أو السستيل أو تكوين dihydroalanine,DA الذي يؤدي إلى تكوين LAL حيث تتفاعل الاصرة المزدوجة الفعالة للمركب DA مع السلاسل الجانبية من الأحماض الأمينية الأخرى أو مع الامونيا أو منتجات تفاعلات الإضافة بين DA Lanthionine, أو مجموعة δ-amino في Ornithine الذي تتكون من Arg بواسطة المعاملة القلوية أو مع مجموعة الثايول في السستائين مما يؤدي ذلك إلى تكوين alanine– Lanthionine,ornithine على التوالي، β-amino-alanine مشتق من تفاعل الامونيا مع DA وتحدث الروابط

العرضية نتيجة الحرارة أو المعاملات الحرارية أو القلوية نتيجة تفاعلات تحدث بين DA ,Lys,ornithine أو السستائين في الأحماض الأمينية في البروتين أو نتيجة تفاعلات تداخليه بين Lys,DA لتكوين LAL، ويختلف محتوى LAL مع اختلاف المعاملات الحرارية المختلفة (جدول-6).

مشتقات سكر اللاكتوز Derivatives of lactose

بالنظر للطلب المتزايد على سكر اللاكتوز الذي لا يمكن توفره في السوق المحلية بسبب تصريف الشرش في المجاري كمنتوج عرضي في صناعة الجبن الكيزين ويمكن الاستفادة من الشرش لإنتاج سكر اللاكتوز الذي يدخل في العديد من الصناعات الصيدلانية والطبية والغذائية ويمكن الاستفادة من مشتقاته الناتجة عن التحوير الكيمياوي والإنزيمي والتخمر لسكر اللاكتوز حيث تحتوي جزيئة سكر اللاكتوز عدد من المواقع الفعالة مثل الرابطة الكلايكوسيدية، المجموعة المختزلة في الكلوكوز، مجاميع الهيدروكسيل الحرة واواصر الكربون – كربون الذي تجعلها سهلة التحوير الكيمياوي او الانزيمي وهناك أنواع من التحويرات الكيمياوية والانزيمية لسكر اللاكتوز هي.

جدول (5) محتوى LAL في الحليب ومشتقاته (ملغم\كغم بروتين)

المنتوج	القيمة	المنتوج	القيمة
حليب خام	اقل من 15	كيزين حامض	330-25
حليب مبستر	اقل من 15	كيزين صوديوم	1560-45
حليب مغلي	اقل من 15	كيزين كالسيوم	680-120
قشطة مغلية	اقل من 15	قشطة معقمة UHT	400-20
حليب معقم	610-360	حليب معقم UHT	60-10
حليب مبخر	700-120	حليب معقم	260-150

المنتوج	القيمة	المنتوج	القيمة
حليب مجفف	300-25	حليب اطفال	920-20
شرش مجفف	90-5	كيزين منفحة	100-20

التحلل المائيhydrolysis: وهي تحلل انزيمي او حامضي.

التناظر isomerization: المحلول القلوي أو التفاعل مع حامض البوريك بوجود الامين كعامل مساعد أو المعاملة الحرارية مثل التعقيم.

الأكسدة: الانزيمية تحدث بوجود انزيم lactose dehydrogenaseو الكيمياوية أو التخمر أو التحلل الكهربائي.

تفاعلات lactobiono-lactone مع الاميدات.

تفاعل اللاكتوز مع اليوريا

تفاعل لاكتوسيل يوريا مع الفورمالديهايد.

الهدرجة باستعمال نيكل Raney كعامل مساعد.

استرة اللاكتيتول مع الاحماض الدهنية للدهن

البلمرة وهي تفاعل اللاكتوز مع dimetrhyl sulfoxide.

التخليق وهو تفاعلات كيمياوية وانزيمية

تفاعل benzyl lactylate مع stearyl chloride.

أولا: مشتقات التحوير الإنزيمي: يمكن تحليل سكر اللاكتوز الى كلوكوز وكالاكتوز بواسطة lactases\β-galactosidases أو بواسطة الحوامض، المصادر

التجارية للإنزيم هي الاعفان وخاصة أجناس Aspergilus spp، فأن هذه لإنزيمات تملك أس هيدروجيني حامضي بينما من الخمائر مثل أجناس Kluyveromyces spp، الذي تنتج إنزيمات ذات أس هيدروجيني متعادل وهذه الانزيمات تملك أهمية تجارية لحل مشكلة الشرش في معامل الالبان ومعالجة تحمل اللاكتوز lactose intolerance والذي يمكن استخدامها بشكل حر أو مثبط ويمكن ازالة المشاكل التكنولوجية في انتاج عصير كلوكوز– كالاكتوز الا ان العملية غير اقتصادية وعصير الكلوكوز– الكالاكتوز لا ينافس اقتصاديا مع عصير الكلوكوز أو كلوكوز – كالاكتوز المنتج بواسطة تحلل نشأ الذرة والذي تكون ثلاث مرات اكثر حلاوة من اللاكتوز و70% من حلاوة السكروز والتحلل المائي الاولي لسكر اللاكتوز ينتج منتجات جديدة لحل مشكلة تحمل اللاكتوز من خلال اضافة بيتا كالاكتوسايديزات الى الحليب في المنزل والمعاملة الاولية في المعمل مع انزيم حر او مثبط أو اضافة انزيم الحليب المعم يمكن تطبيقها تجاريا ويستعمل الحليب المحلل لسكر اللاكتوز في إنتاج الايس كريم واليوغارت ومنتجات الالبان الذي تستعمل اقل سكروز واقل محتوى من الطاقة ويمكن تحويل الكلوكوز الى فركتوز لينتج عصير كالاكتوز – كلوكوز- فركتوز مع زيادة الحلاوة أو يحصل تحويل اللاكتوز الى لاكتيولوز lactulose الذي يتكون من كالاكتوز- فركتوز والذي يمكن أن يتحلل الى كالاكتوز فركتوز بواسطة اللاكتيز والذي يتكون من transferase,hydrolase وإنتاج سكريات متعددة قصيرة السلسلة أو galacto-oligosaccharide الذي لا يمكن هضمها بواسطة الإنسان والذي تصل الى الأمعاء الغليظة حيث يحصل بواسطة البكتريا مما تسبب نفس مشكلة سكر اللاكتوز وهي تحفز نمو أجناس Bifid bacterium في الأمعاء السفلية ويحدث تحلل سكر اللاكتوز الى كلوكوز كالاكتوز في الاصرة الأوكسجينية بين الكلوكوز والكالاكتوز وهذه الاصرة ثابتة جدا ويحصل هدمها بواسطة الأحماض المعدنية القوية، الإنزيمات المستعملة لتحلل سكر اللاكتوز إما ذائبة soluble أو مثبطة immobilized الذي تفرز من الخمائر مثل Kluyveromyces الذي تعمل في أس هيدروجيني من 6-7 ودرجة حرارة أكثر من 35م أو Kl.Fragilis ذات أس هيدروجيني حوالي 6,5 ودرجة

حرارة مثلى فوق 40م أو من الفطريات مثل As.Niger ذات أس هيدروجيني امثل حوالي 4,8 ودرجة حرارة مثلى 50م وفي السنوات الأخيرة تطور انزيم اللاكتيز من أجناس Bacillus ذات درجة حرارة مثلى اكثر من 65م واس هيدروجيني امثل من 6-8 ويملك β-galactosidase على transferase بالاضافة الى hydrolase لانتاج سكر متعدد محدود هو galacto oligosaccharides والذي يحصل تحللها مائيا ولا يمكن هضم هذا النوع من السكريات بواسطة الانسان مما يصل الامعاء الغليظة حيث تتخمر بواسطة البكتريا مما تؤدي الى حدوث مشاكل بسبب اللاكتوز وهي تحفز نمو Bifid bacterium في الامعاء الدقيقة.

ثانيا : مشتقات التحوير الكيمياوي: المركبات الكربوهيدراتية الذي لها تطبيقات صناعية وعلاجية وحيوية قليلة وذلك بسبب ارتفاع كلفة إنتاجها والتطبيقات العلمية يمكن أن تأخذ طريقها هي مشتقات الكربوهيدرات الذي تكون ذات صفات وظيفية مهمة وتملك جريئة سكر اللاكتوز الى موقعين فعالة الذي يمكن تحويرها وهي مجموعة الكربونيل والذي يمكن تحويلها الى لاكتيولوز أو عندما يضاف لها هيدروجين تتحول الى لاكتيتول أو تتم أكسدتها الى حامض اللاكتوبايونيك أو لاكتوسيل يوريا وحامض الكلوكونيك أو استله مجاميع الهيدروكسيل واضافة البنزويل الى مجاميع الهيدروكسيل.

1. **اللاكتيولوز lactulose**: وذات صيغة جزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$، ذات وزن جزيئي 342,29، درجة انصهار 158-165وقوة حلاوة 48-62% اكثر حلاوة من السكروز وهو اكثر حلاوة من اللاكتوز وهو ابيمير لسكر اللاكتوز وهو سكر ثنائي يتكون من كالاكتوز و فركتوز الذي يتكون من خلال إعادة ترتيب جزيئي تحت ظروف قلوية حيث يتحول السكر الالدوزي الطرفي\ الكلوكوز الى سكر كيتوني(الفركتوز) وهو ذات تركيب 4-β-D-galactosidase-D-fructose أو 4-β-galactopyranosyl(1,4)-D-fructose، يمكن الحصول عليه من الفا لاكتوز أحادي المائية بواسطة تحويل السكر الالديهايدي الى كيتوني بوجود

هيدروكسـيد الكالسـيوم أو ينـتج عنـد تسـخين الحليـب الى ظـروف التعقـيم ويستعمل كدليل لقساوة المعاملة الحرارية الذي يتعرض لها الحليب سواء كـان التعقـيم في عبـوات أو معاملـة UHT، اللاكتيولـوز التجـاري هـو مركـز يـتص الرطوبة ونسبة المادة الجافة فيه 65% وهو سكر لا يمكن هدمه بواسطة البكتريـا الخارجية ولا يوجـد هنـاك انـزيم يشـققه الى كـالاكتوز فركتـوز ولا يتحلـل مائيـا بواسطة انزيم بيتا - كالاكتوسايديز المعوي لذلك يصل الى الامعاء الغليظة حيـث يتم هدمة بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك منها Bacterium bifidum الذي تعمـل كعامـل bifidus وهـذا السـبب يسـتفاد منـه كوسـيلة لتحـوير البكتريـا المعويـة ممـا يقلـل الاس الهيـدروجيني المعـوي ويمنـع نمـو البكتريـا غـير المرغوبـة ويعمـل علـى تقليـل الكولسـترول في المصـل وتضـاف الى اغذيـة الاطفـال لتحفيـز الصفات bifidogenic لحليب الام وهو يعطل نمو بعض الخلايا الورميـة، تحـدث العديد من التفـاعلات الجانبيـة الـذي تعتمـد علـى وجـود الأوكسجين ممـا ينـتج كميـات قليلـة مـنlactulose مـن 20-30% عنـد اسـتعمال هيدروكسـيد الصوديوم أو الكالسيوم، هيدروكسيد الصوديوم ودرجة الحرارة والوقت تقلل من تكوين اللاكتيولوز ويستعمل اللاكتيولوز في الأغراض الطبية، ايض اللاكتيولـوز ينتج أحماض عضوية منخفضـة الـوزن الجزيئـي وغـاز الهيـدروجين والميثـان ومـن الصـفات الازموزيـة للأحمـاض هـي حـذف المـاء ممـا تجعـل الغـائط طـري ويوجـد اللاكتيولوز في الحليب المسخن ومنتجات الالبـان المسـخنة ويمكـن الحصـول عليـه باستعمال حـامض البوريـك، ثلاثـي اثيـل امـين ويصـل محتـواه مـا بـين 10-50 ملغم\100 مل في الحليب المعقم بطريقة UHT أو72 ملغم\100 مل أو 52 - 53 ملغم\100 مل أو100-137 ملغم\100 مل أو 110-115 ملغم\100 مل.

2. اللاكتيتـول **Lactitol**: هـو سـكر كحـولي مشـتق مـن سـكر اللاكتـوز بواسـطة إضافة الهيدروجين الى سـكرالكلوكوز الموجـود في سـكر اللراكتـوز وهـو نـاتج عـن اختـزال سـكر اللاكتـوز بوجـود النيكـل وهـو ذات صـيغة بنائيـة 4-O-β-D-

galactosylpyranosyl-D-sorbitol وهو يتبلور بشكل آحادي أو ثنائي المائية ولا يمكن ايضه في الحيوانات الراقية وهو حلو نسبيا وهو يقلل من امتصاص السكروز والكولسترول في الدم والكبد وهو مضاد للسرطان ويستخدم في الأغذية منخفضة الطاقة مثل المربى والمارميلاد والشيكولاته والمعجنات لا يمتص الرطوبة ويستعمل لتغطية الأغذية الحساسة للرطوبة مثل الحلويات ويمكن أسترته مع واحد أو أكثر من الأحماض الدهنية لتكوين بعض المستحلبات الغذائية وهو يضاهي sorbitans المنتج من السوربيتول ويتوفر اللاكتيتول بشكل سائل 54% ومواصفات اللاكتيتول أحادي المائية ومحلول اللاكتيتول وهو اقل امتصاص للرطوبة من السوربيتول و xylitol ومشابه الى mannitol، قابلية ذوبانه جيدة في الماء ويمكن إذابة 149 غم من اللاكتيتول أحادي المائية بدرجة 25 م في 100 غم من الماء وتختلف قابلية ذوبان اللاكتيتول أحادي المائية مع اختلاف درجة الحرارة والزوجة لمحاليل اللاكتيتول السائلة مشابه الى محاليل السكروز عند تركيز متساوي وتختلف لزوجة اللاكتيتول على تراكيز مختلفة وتعتمد قوة حلاوة اللاكتيتول على التركيز وهي 0,4 مقارنة الى السكروز الذي تكون 1 وهو ذات طعم حلو نظيف وهو يملك مجموعة اختزالية وكيمياوية أكثر ثبات من سكر اللاكتوز ويملك مقاومة عالية للأس الهيدروجيني خلال عمليات التعبئة أو الصناعة كحلويات مغلية صلبة، ينتج بواسطة هدرجة اللاكتوز بوجود النيكل حيث تتم هدرجة محلول سكر اللاكتوز بدرجة 100م ثم تصفيته المحلول بالترشيح أو التبادلا الأيوني، يتم تحلل السكر الكحولي ببطء جدا بواسطة انزيم اللاكتيز الذي يحلل سكر اللاكتوز الى كلوكوز كالاكتوز ويدخل الدم بتركيز اقل من 1% والذي يفرز بشكل غير متغير في الإدرار، ومعظم اللاكتيتول يمر خلال الامعاء الدقيقة ويتحول بواسطة البكتريا المعوية الى أحماض عضوية وثاني اوكسيد الكربون (جدول-7) والكمية المسموح بها يوميا منه 40 غم وأفضل كمية مستهلكة هي 20 غم أو اقل، وهو لا يزيد من تركيز السكر في الدم أو

مستوى الأنسولين في الدم لهذا السبب فأن اللاكتيتول هو سكر مناسب كبديل للأطفال والإحداث المصابين بالسكري وهو يعطي 2 سعرة\غم أو نصف كمية

جدول(4) تشقق اللاكتيتول واللاكتوز بواسطة disaccharide المعوية للإنسان

المادة	بعد 1 ساعة	بعد 2 ساعة	بعد 3 ساعة
اللاكتوز	1.6	2.54	3.44
اللاكتيتول	1.022	0.045	0.071

السعرات الذي يعطيها السكروز ويمكن استعماله في المنتجات الذي تعطي سعرات حرارية منخفضة وصناعة الحلويات والعلك الايس كريم والمنتجات المجمدة، وتحضر مركبات polyols بواسطة هدرجة مجموعة الكربونيل في الكربوهيدرات بواسطة غاز الهيدروجين تحت ضغط عالي ودرجة حرارة عالية تحت تأثير النيكل ثم ترشيح الخليط وتنقيته بواسطة المبادلات الأيونية وإزالة اللون والتركيز والتبلور وتشمل الكحولات المتعددة xylitol, sorbitol, maltitol, mannitol, lactitol وهناك نوعين من اللاكتيتول هما اللاكتيتول احادي المائية واللاكتيتول ثنائي المائية.

3. حامض اللاكتوبايونيك Lactobionic acid: ينتج عن أكسدة مجموعة الالديهايد الحرة في سكر اللاكتوز كيمياويا بواسطة البلاتين، البلاديوم أو البزموث أو إنزيميا أو بواسطة التخمر أو كهربائيا، يتبلور اللاكتون الناتج منه بسرعة وله تطبيقات محدودة ويستعمل اللاكتون الناتج منه كمولد للحموضة acidogen وتستعمل في محاليل حفظ الأعضاء قبل نقل النباتات من مكان لأخر وعندما يفقد حامض اللاكتوبايونيك جزيئة ماء يعطي lactobionic acid–δ-lactone ويملك حامض اللاكتوبايونيك مجاميع فعالة أي حاملة للكالسيوم والحديد كما يرتبط مع المضادات الحيوية مثل اريثرومايسين لتحسين قابلية ثباته واستساغته وله تطبيقات طبية مهمة، الارتباط مع الحديد والنحاس

في الحليب لمنع عيوب الأكسدة وتحميض الحليب مع حامض اللاكتوبايونيك الى 2,4 يعطي مذاق الحليب الخض المتخمر المحلى بالسكر.

4. **حامض الكلوكونيك gluconic acid**: يعامل سكر اللاكتوز مع البرومين تحت ظروف حامضية لتحويل سكر اللاكتوز الى حامض الكلوكونيك وسكر الكالاكتوز الذي يتم استرجاعه بالتبلور من المنتج المرك.

5. **اللاكتوسيل يوريا lactosyl urea**: تعتبر اليوريا من المصادر الرخيصة للنتروجين إلا أن استعمالها محدود وبسبب سرعة تحررها للامونيا مما يؤدي ذلك الى تكوين مستويات سامة من الامونيا في الدم وتفاعل اليوريا مع اللاكتوز يعطي لاكتوسيل يوريا الذي منها يمكن تحرير الامونيا ببطء ويمكن الاستفادة منها في تغذية الحيوانات.

الفصل الرابع

تخمر المحليات

تخمر المحليات

نبذة تاريخية: ترجع جذور كلمة خميرة كما يجب أن نلاحظ جميعا إلى الكلمة اللاتينية والتي تعني الغليان وذلك ربما بسبب أن الخمر، الجعة أو البيرة والخبز كانوا من الاطعمة الأساسية في أوروبا حيث عرف التخمر الحياة بدون هواء وأن التخمر أجري على الخميرة والتي كان يتم تصنيع الأطعمة السابقة بها قام سكان وادي نهر النيل بتخمير البيرة حوالي عام 3000 قبل الميلاد وظهر أول دليل ملموس على وجود الطبيعة الحية للخميرة فيما بين عامي 1937 و1938 عندما ظهرت ثلاثة اصدارات منشورة بواسطة كاغنيارد دي لا تور، تي سوان، وإف كوتزنج حيث توصل كل منهم على حدة كنتيجةٍ لأبحاثٍ استقصائية وفحوصاتٍ مجهرية أن الخميرة كانت كائناً حياً أنتجتها عملية التبرعم كما أنه تم اكتشاف البكتريا لاحقاً حيث استخدم المصطلح لأول مرةٍ باللغة الإنكليزية في أواخر الأربعينيات من القرن التاسع عشر إلا أنه لم ينتشر استخدامها بصورة عامة إلى مع حلول السبعينات من نفس القرن ثم استخدمت في علاقة وطيدة مع نظرية الجرثومة المسببة للمرض بعد ذلك وكان لويز باستير الذي عاش من 1822- 1895 قد اثبت خلال فترة الخمسينات والستينات من القرن التاسع عشر وبصورة حصرية أن التخمر كان يبدأ بواسطة الكائنات الحية ففي عام 1857 أظهر باستير أن تخمر حامض اللاكتيك تسببه الكائنات الحية وفي عام 1860أوضح أن البكتريا تسبب تحميض الحليب وهي تلك العملية لتي تعبر جوهرياً عن تغير كيميائي مسببة الطعم الحاضي للحليب كما أن دوره في التعرف على دور الكائنات الدقيقة في إفساد الأطعمة أدى إلى التوصل إلى عملية البسترة بعد ذلككما أنه في عام 1877وفي أثناء عمله على تحسين صناعة تخمير الجعة الفرنسية أنه أظهر وبصورة صحيحة أنواعاً معينة من الكائنات الدقيقة تتسبب في أنواعٍ معينة من عمليلات التخمر وبعض المنتجات النهائية لمثل تلك العمليات وعلى الرغم من أن عملية التخمر كانت عموماً نتيجة تفاعل الكائنات الحية الدقيقة يمثل تقدماً هائلاً في المعرفة في ذلك الوقت إلا أنه لم يتم توضيح الطبيعة الأساسية لعملية التخمر ذاتها أو

حتى إثبات أنها تقع بواسطة الكائنات الدقيقة والتي كانت دائماً موجودة بصورة واضحة حيث حاول العديد من العلماء ومن بينهم باستير بنجاح استخلاص إنزيم التخمر من الخميرة وقد واتتهم جميعاً الفرصة الناجحة عندما تمكن الكيميائي الألماني إدوارد بوشنار عام 1897 من حصر الخميرة واستخلاص عصيرٍ منها ثم وجد أن هذا السائل الميت له القدرة على تخمير محلول سكري مكونا ثاني أوكسيد الكربون والكحول مثله مثله الخميرة الحية بصورةٍ كبيرة حيث تصرفت المخمرات المجهولة وتفاعلت مثلها مثل المخمرات المنظمة تماماً ومنذ ذلك الوقت تم استخدام مصطلح الإنزيم وتطبيقه على كل المخمرات ثم تم استيعاب بعد ذلك أن عملية التخمر تسببها إنزيمات تنتجها كائنات دقيقة وفي عام 1908 حصل بوشنار على جائزة نوبل العالمية في الكيمياء لإنجازاته في ذلك المجال كما استمرت التقدمات والإنجازات تتوالى في مجالي الحيوية الدقيقة والتخمر بصورة ثابتة حتى وقتنا هذا وعلى سبيل المثال في أواخر السبعينات من القرن العشرين تم اكتشاف أن الكائنات الدقيقة لها القدرة على التحور بمساعدة المعالجات الفيزيائية والكيميائية لتنتج ناتجاً أعلى ونمواً اسرع وتصبح أكثر قدرة على التعايش في أجواء الأوكسجين المنخفض بالإضافة إلى أنها تصبح قادرة على استخدام وسيطاً أكثر تركزاً هذا بالإضافة إلى أنه تم انتقاء سلالات وتطوير تهجينات أفضل مؤثرةً جميعها على أغلب صور تخمرات الأطعمة الحديثة والعصرية وقد استخدم التخمر في صناعة الخمور منذ عهد بعيد ومع ذلك ظلت حقيقة التخمر مجهولة حتى العقد الأول من القرن التاسع عشر الميلادي عندما توصل العلماء وخاصة العالم الفرنسي لويس باستير إلى اكتشاف كيف تحدث الميكروبات التخمر في البيرة والحليب والنبيذ وخلال القرن العشرين طوِرت أنواع أخرى من التخمر ونتج عن تخمر أحد أنواع البكتريا مكونات للمواد المتفجرة خلال الحرب العالمية الأولى 1914-1918م ومنذ عام 1943م كان أهم تطبيق عملي للتخمر هو استخدامه في إنتاج المضادات الحيوية كالأدوية القاتلة للمرض وخاصة البنسلين واستخدم التخمير أيضاً في أدوية معينة أخرى وفي الفيتامينات وفي بعض أنواع الكيميائيات.

التخمر Fermentation

إن المعنى العلمي للتخمر هو إنتاج وتحرير الطاقة من المواد الغذائية من خلال عمليات الأيض المرتبطة بالتنفس اللاهوائي وتتحول هذه المواد الغذائية من خلال عمليات التخمر إلى حامض اللاكتيك والخليك والإيثانول ويعتبر التخمر هو أول تطبيقات التقنية الحيوية ويشير إلى العمليات الأيضية التي تتم بواسطة الميكروبات كالبكتريا والفطريات وينتج عنها الطاقة في غياب الأوكسجين أو أي من المستقبلات النهائية للإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات مثل الفيومارات أو النترات أو هو عملية استخلاص الطاقة من تفاعلات الاكسدة–الاختزال للمركبات الكيميائية والتي منها الكربوهيدرات وباستخدام قابل إلكترون ذاتي والذي غالباً ما يكون مركب عضوي وهنا تلعب عملية التخمر دوراً مهماً في أجواء الظروف اللاهوائية حيث لا توجد أية فسفرة تأكسدية للحفاظ على إنتاج ادينوسين ثلاثي الفوسفات بواسطة عملية التحلل كما يتم تمثيل البيروفات إلى العديد من المركبات المختلفة في أثناء عملية التخمير حيث تعبر عملية التخمر اللاكتيكي عن إنتاج حامض اللاكتيك من البيروفات في حين تعبر عملية التخمر الكحولي عن تحول البيروفات إلى إيثانول وثاني أوكسيد الكربون إلا أن عملية التخمير اللاكتيكي المغاير هي إنتاج حامض اللاكتيك بالإضافة إلى الأحماض الأخرى والكحوليات وليس من الضروري أن يتم إجراء أو تنفيذ عملية التخمر في بيئةٍ لا هوائية فعلى سبيل المثال وحتى مع وجود الأكسجين الوفير تفضل خلايا الخميرة التخمرية بصورةٍ كبيرةٍ عملية التخمر على عملية الفسفرة التاكسدية وتمثل السكريات الركيزة الأكثر شيوعاً لعملية التخمر ومن أشهر الأمثلة على منتجات عملية التخمر كلٌ من الايثانول، حامض اللاكتيك والهيدروجين وتختلف البكتريا اختلافاً كبيراً في قدراتها التخمرية للمواد الكربوهيدراتية فبعضها يمكنه أكسدة السكريات البسيطة مكوناً حامض مثل حامض اللاكتيك، الخليك، السكسينيك، الفورميك، غاز مثل ثاني أوكسيد الكربون، الهيدروجين، الميثان والبعض الآخر يخمر نفس السكر وينتج حامض فقط وعلى الرغم من ذلك فهناك

الكثير من المركبات الغريبة يمكن إنتاجها بواسطة عملية التخمر والتي منها الاسيتون حيث أن معظم الاستخدامات الشائعة لتطبيقات البكتريا في الغذاء ترتبط بقدرتها على إحداث عمليات تخمر مختلفة ويعتمد نوع المركبات المنتجة حسب نوع الميكروب وكذلك نوع السكر المستخدم والبعض الآخر لا يمكنه تخمير السكر نهائياً وتعتبر خاصية تخمير السكريات وبعض المواد الهيدروكربونية من الصفات الهامة للتعرف على البكتريا وتصنيفه وتستخدم الخميرة في عملية تخمر المواد الغذائية لإنتاج الإيثانول في صناعة البيرة والخمور والمشروبات الكحولية الأخرى والتي تسير جنباً إلى جنب مع إنتاج كمياتٍ ضخمةٍ من ثاني اوكسيد الكربون كما تحدث عملية التخمير في عضلات الثديات خلال فترات ممارسة النشاطات المكثفة عندما تصبح مصادر الأوكسجين محدودة مما يؤدي إلى إنتاج حامض اللاكتيك ويحدث التخمر بفعل ميكروبات مثل البكتريا والعفن والخميرة وعلى سبيل المثال نجد أن الفطريات أو العفن تعمل على خليط السكر مع الأملاح المعدنية فينتج البنسلين وتقوم الخميرة بتحليل السكر الناتج عن الحبوب المنقوعة في الماء إلى غاز الكحول الإيثيلي وثاني أوكسيد الكربون عند صناعة البيرة وأيضا يتحلل السكر في عصير العنب بنفس الطريقة عند صناعة النبيذ وكذلك يعتبر التخمر جوهرياً في إنتاج الخبز والجبن واللبن الرائب ولكنه قد يكون مضرا في بعض الحالات مثلما يحدث عندما يصبح الحليب المتخمر حليباً فاسداً وتصنع المنتجات المختمرة النافعة لبني البشر بكمياتٍ كبيرةٍ وبالرغم من أن أنواعاً مختلفة من المواد تنتج بواسطة عملية التخمر إلا أن العمليات الأساسية المتبعة في ذلك تبقى متماثلة لتقوم بتخمير المواد الغذائية خلال بضعة أيام وهكذا ويتحكم المشرفون على عملية التخمير في درجة حرارة ونوعية الحامض وتفصل المنتجات المرغوب فيها عن بقية الخليط إما بواسطة الاستخلاص أو الترشيح أو ببعض الوسائل الأخرى وفي معظم الحالات تشكل المنتجات المرغوب فيها حوالي 5% فقط من الخليط ولذلك تعتبر عملية التنقية في الغالب عملية معقدة إلى حد بعيدٍ وكان لفظ التخمر يطلق في الثقافة المصرية القديمة على أنه مرادف لحفظ الطعام واستعادة قيمته الغذائية لاحقاً فقد كان يستخدم في مصر عندما كان يترك العجين المصنوع من القمح والشعير لفترة زمنية

ليخمر قبل عملية الخبز وعلى عكس العجين الذي كان يتم خبزه مباشرة فإنه قد لوحظ أنه إذا ترك العجين لفترات طويلة فإن حجمه يزداد وعند خبزه ينتج عنه خبزاً ذو مذاق أفضل وهشاً وهذه العملية لم تكن تتم بانتظام آنذاك أي أنها متروكة للصدفة إذا ترك العجين لفترات أطول وما يصاحبها من المذاق الأفضل والقوام الهش إلا أنه لوحظ أيضاً أن إضافة جزء من ذلك العجين المتروك إلى جزء من عجين طازج فإن الخبز الناتج عن الأخير يكتسب نفس الصفات المرغوبة وبدأ الرومان في تحسين وضبط إيقاع هذه العملية ونشرها كما قاد اكتشاف التخمر في مصر إلى أول إنتاج للخمر والكحول كل هذه الاكتشافات كانت ملاحظات عابرة ترجع لحوالى 3000 عام قبل وضع تعريف علمي محدد للتخمر ودراسة عملياته إلى أن قام لويس باستير عام 1857 بإيضاح أن الكحول يمكن أن يتم إنتاجه عن طريق الخميرة عند تربيتها في ظروف معينة وبالمعنى الأشمل والأوسع للتخمر فإن التخمر يشير إلى نمو الكائنات الدقيقة على الموالد الغذائية وعند هذا المستوى لا يوجد تفرقة بين التنفس الهوائي أو غير الهوائي وسوف يتم استخدام التخمر وفقاً لهذه الصورة فهو التغير التدريجي للمكونات الغذائية الناتج عن فعل الإنزيمات المفرزة بواسطة الكائنات الدقيقة النامية على هذه المواد الغذائية.

تخمر الكربوهيدرات: الكربوهيدرات وخاصة السليلوز والنشاء يمثلان الجزء الأكبر من عليقة الأبقار فالكربوهيدرات والسليلوز يتكونان من سلاسل من الكلوكوز وهو سكر ذو 6 ذرات كربون ولكن وحدات الكلوكوز متصلة اتصالاً مختلفاً للمركبين السليلوز والنشاء، كل الحيوانات تملك الإنزيمات القادرة على التحليل بالماء أو تكسير وحدات الكلوكوز المكونة للنشاء وتستطيع استخدام الكلوكوز الناتج كمصدر للطاقة، فالحيوانات لا تنتج الإنزيمات اللازمة لتكسير الروابط بين وحدات كلوكوز السليلوز ولكن إنزيم السيلوليز Cellulase الذي ينتج بواسطة بكتريا الكرش وميكروبات الأعور لذلك تستطيع المجترات الاستفادة من السليلوز وأشباه السليلوز كمصدر للطاقة بعد تخمرها بواسطة الكائنات الدقيقة المتواجدة في الكرش حيث أن الحيوانات ذات المعدة البسيطة كالخنازير والإنسان لا تستطيع هضم هذه المواد ومعظم

الكربوهيدرات المتواجدة في الطعام تتخمر بواسطة الأحياء الدقيقة المتواجدة في الكرش وتتحول إلى الأحماض الدهنية الطيارة والتي تحتوي على 2، 3 أو 4 ذرات كربون وهذه تشمل حامض الخليك، حامض البروبيونيك، حامض البيوتيريك وهذه الأحماض وغيرها من الأحماض الدهنية تمثل جزءا بسيطا من مجموع الأحماض الدهنية الموجودة في الكرش وتقديم العلائق التي تحتوي على كمية عالية من الحشائش الجافة والنخالة يؤدي إلى زيادة في إنتاج الخلات في الكرش، نسبة الأحماض الرئيسة الثلاثة في هذه العلائق هي حوالي 50 - 65% خلات، 18 -25% بروبيونيت و12 -20% بيوتريت وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على هذه النسب، تقديم عليقة ذات نسبة عالية من المركزات ومكعبات الحشائش حيث أن هذه المكعبات والمركزات تحتوي على كمية كبيرة من الدهون غير المشبعة كلها تؤدي إلى إقلال نسبة الخلات وزيادة نسبة البروبيونيت عندما تزداد نسبة البروبيونيت مقارنة مع بقية الأحماض الدهنية ينتج عنه انخفاض في نسبة دهن الحليب مصاحبا له زيادة في وزن الحيوان نتيجة لترسب الدهون وهذا التأثير مفيد عندما يكون الهدف هو تسمين الحيوان ولكن له مساوئ لمنتج الحليب حيث أن قيمة الحليب تعتمد أيضاً على نسبة الدهن فيه.

التخمر الصناعي Industrial fermentation

يشير مصطلح التخمر الصناعي إلى الاستخدام المقصود لعملية التخمر بواسطة الكائنات الدقيقة كالبكتريا والفطريات بهدف تصنيع منتجات مفيدة للبشرية حيث تمثل المنتجات المخمرة تطبيقاتٍ عدة ومنها تصنيع الغذاء وكذلك في مجال الصناعة العامة.

أ. **تخمر الغذاء Fermentation food**: يمكن تتبع تأريخ عمليات التخمر القديمة والتي منها على سبيل المثال صناعة الخبز، الخمر، الجبن، خثارة اللب، الداهي والدوسا Dosa إلى الألفية الخامسة ق م حيث كان قد تم تطويرها قبل أن يكون للإنسان أية معرفة بمشاركة مثل تلك الكائنات الدقيقة الميكروبية في

عملية التخمر بعهد طويل من الزمن هذا وتمثل عملية التخمر حافزاً إقتصادياً مؤثراً للدول شبه الصناعية وذلك من خلال إرادتها لتصنيع الإيثانول الحيوي.

ب. **تخمرات الأدوية وصناعة التقانة الحيوية:** وجد خمسة مجموعات رئيسية من التخمرات الهامة إقتصادياً:

1. **الخلية الميكروبية أو الكتلة الحيوية:** كمنتج ومثال ذلك البروتين أحادي الخلية Single cell protein، خميرة بيكر Baker's yeast، العصوية Lactobacillus وبكتريا القولون.
2. **الإنزيمات الميكروبية:** الكاتاليز، الأميليز، البروتيز، البكتينيز، إيزوميريز، السيلوليز، الهيمسيلوليز، اللايبيز، اللاكتيز ولستربتوكاينيز.
3. **الآيضات الميكروبية:** تتضمن الآيضات الأولية الإيثانول، حامض الليمون، حامض الكلوماتيك، اللايسين، الفيتامينات والسكريات المتعددة والآيضات الثانوية كل تخمرات الأجسام المضادة.
4. **المنتجات المؤتلفة:** الإنسولين، لقاح الإلتهاب الكبدي الوبائي B، الانترفيرون، عامل تحفيز المستعمرة المحببة والستربتوكاينيز.
5. **التحولات الحيوية:** فينيل أسيتل الكربينول وتحول الستيرويد الحيوي.

أنواع التخمر

التخمر عملية تحلل الأغذية العضوية دون إستخدام الأوكسجين وهي نوعان:

أ. **التخمر اللاكتيكي Lactic acid fermentation:** يقصد به تحلل المواد الكربوهيدراتية بواسطة بكتيريا حامض اللاكتيك عن طريق الإنزيمات التي تفرزها إلى حامض اللاكتيك، الخليك، الايثانول وثاني أكسيد الكربون فالأحماض المتكونة يتفاعل جزء منها مع بعض الكحولات الناتجة من التخمر وينتج عن ذلك استرات ذات رائحة مرغوبة تكسب المخللات الرائحة الخاصة بها بالاشتراك مع الملح

والحموضة حيث يتم فيه إختزال حامض البيروفيك باستخدام الهيدروجين في جزيء NADH لينتج حامض اللاكتيك ويحدث هذا التخمر في بعض أنواع البكتريا وفي الخلايا العضلية وتعبر عملية تخمر حامض اللاكتيك عن أبسط صور التخمر حيث أنها عبارة عن صورة من صور تفاعلات الاكسدة- الاختزال ففي ظل الأجواء اللاهوائية تتمثل الآلية الأساسية لإنتاج ادينوسين ثلاثي الفوسفيت في عملية التحلل السكري حيث تحول عملية التحلل السكري الالكترونات إلى NAD^+مما يكون NADH على الرغم من ذلك لا يتوافر سوى مورد محدودٍ الى NAD^+ في الخلية ومن أجل استمرار عملية التحلل السكري يجب أن يتم أكسدة NADH أي يتم أخذ الإلكترونات بعيداً عنها بهدف إعادة إنتاج NAD^+ وغالباً من تقع تلك العملية من خلال سلسلة نقل الالكترونات ضمن عملية يطلق عليها الفسفرة التاكسدية على الرغم من ذلك بدون توفير الأوكسجين لا يمكن إتمام تلك العملية وبدلا من ذلك يمنح NADH الإلكترونات الإضافية الزائدة لجزيئات حامض البيروفك والتي تكونت خلال عملية التحلل السكري وبما أن NADH يفقد إلكتروناته يعاد إنتاج NAD^+ والذي يصبح متاحاً مرةً أخرى لعملية التحلل السكري وهنا يتكون حامض اللاكتيك والذي سميت تلك العملية باسمه من خلال تقليل أو تقلص حامض البيروفك.

ولا يتحول سوى جزيء واحد لحامض البيروفك إلى لاكتات في عملية تخمر حامض اللاكتيك المغاير في حين يتحول الجزيء الآخر إلى إيثانول وثاني أوكسيد الكربون أما في عملية تخمر حامض اللاكتيك المماثل\المتجانس فإن كلا جزئي حامض البيروفيك تتحول إلى لاكتات مما يجعل من عملية تخمر حامض اللاكتيك الصرف عملية فريدة بسبب أنها واحدة من عمليات التنفس والتي لا تنتج غازا كمنتج ثانوي وتحدث عملية تحويل حامض البيروفيك الى لاكتات في عضلات الحيوانات عندما تحتاج إلى طاقة أسرع من الدم الذي يمدها بالأوكسجين كما أنها قد تقع كذلك في بعض أنواع البكتريا مثل بكتريا عصيات الحليب lactobacilli وبعض أنواع الفطريات فهي تعبر عن ذلك

النوع من البكتريا الذي يقوم بتحويل اللاكتوز إلى حامض اللاكتيك في اللبن الرائب والذي يكسبه نكهته ومذاقه الحامضين ويمكن تصنيف بكتريا الحامض اللاكتيك تلك كبكتريا تخمرية متجانسة حيث يكون المنتج النهائي في أغلب الأحيان اللاكتات أو كبكتريا تخمرية متجانسة حيث يستقلب أو يتمثل بعضاً من اللاكتات أبعد من ذلك وينتج عن ذلك إنتاج ثاني أوكسيد الكربون، الخلات وبعض المنتجات المؤيضة الأخرى وتتلخص عملية تخمر حامض اللاكتيك باستخدام الكلوكوز حيث يتحول جزيء واحد فقط للكلوكوز في عملية التخمر اللاكتيكي المتجانس إلى جزيء واحد فقط حامض اللاكتيك، جزيء واحد فقط من الإيثانول وجزيء واحد آخر من ثاني أوكسيد الكربون



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CHOHCOOH + C_2H_5OH + CO_2$$

وقبيل وقوع عملية التخمر اللاكتيكي المتجانس يجب انقسام جزيء الكلوكوز إلى جزيئين من حامض البيروفيك ويطلق على تلك العملية انحلال السكر ويعتبر حامض اللاكتيك أحد المنتجات ذات الأهمية الكبرى في المجال الصناعي إذ أن مشتقاته تلاقى استخدامات متنوعة مثل لاكتات الكالسيوم تستخدم في معالجة نقص الكالسيوم وتستخدم لاكتات الحديد في معالجة فقر الدم وتستخدم لاكتات البيوتيل كمذيب للورنيش ولاكتات الصوديوم في صناعات البلاستيك وكمادة مرطبة وتمتلك بكتريا حامض اللاكتيك القدرة على إنتاج حامض اللاكتيك من السكريات عن طريق عملية تعرف بالتخمر ولعل Lactobacillus, Leuconostoc mesenteroides Str. lactis و Pediococcus cerevisiae, Bifidobacterium bifidus من أشهر الأنواع القادرة على إنتاجه ويتم تقسيم بكتريا حامض اللاكتيك بالاعتماد على قدرتها على إنتاج حامض اللاكتيك بالتخمر من مواد كربوهيدراتية مختلفة بالإضافة إلى صبغة كرام بكتريا ـ Lactobacillus موجبة لصبغة كرام وتتباين مورفولوجيا ما بين أشكال عصوية طويلة رفيعة إلى أشكال كرية قصيرة Coccobacilli والتي عادة ما تكون سلاسل، قادرة على التخمر، مقاومة للهواء وقد تستطيع استخدام الأوكسجين من خلال إنزيم flavoproteins oxidase وبعضها الآخر يكون

لاهوائياً إلا أن أنواع اللاكتوباسيلس الحاملة للجراثيم تكون اختيارية التنفس اللاهوائى والباقي منها يكون لاهوائي ويكون أفضل نمو لها عند اس هيدروجيني تتراوح بين 5,8-5,5 ولها احتياجات غذائية معقدة من حيث الأحماض الأمينية والببتيدات والقواعد النيوكليوتيدية والفيتامينات والمعادن والأحماض الدهنية والكربوهيدرات ويمكن تقسيم جنس Lactobacillus إلى3 مجموعات بناء على أنواع التخمرات هي متجانسة نواتج التخمر وتنتج أكثر من 85% من نواتج التخمر في صورة حامض اللاكتيك من الكلوكوز، غير متجانسة نواتج التخمر وتنتج فقط حوالي 50% حامض لاكتيك وكميات أخرى من الكحول الاثيلي وثاني أوكسيد الكربون وأنواع متباينة في نواتج التخمر لكنها معروفة بدرجة أقل والتي تنتج DL-lactic وحامض الخليك وثاني أوكسيد الكربون ونجد أن عديد من المواد الكربوهيدراتية مثل نشا القمح، نشا البطاطا والمولاس وشرش الحليب يمكن استخدامها في إنتاج حامض اللاكتيك بواسطة الكائنات الدقيقة إلا أنه يجب عند استخدام أي من أنواع النشا أن يتم تحليلها مائياً أولاً إلى كلوكوز عن طريق المعاملة بالأحماض أو الإنزيمات ويعتمد اختيار نوع المادة الكربوهيدراتية على وفرتها وعلى نوع المعاملات المطلوبة قبل إجراء عملية التخمر وتكلفة كل ذلك وعادة ما يستخدم شرش الحليب المتخلف عن صناعة الجبن والزبد من الحليب في إنتاج حامض اللاكتيك إذ أنه رخيص الثمن ويعتبر وسط نمو مناسب لعديد من الأنواع البكتيرية وهو محلول مائي من سكر اللاكتوز ومواد نيتروجينية مثل الفيتامينات وأملاح معدنية متنوعة وحيث أن التخلص من الشرش الحليب غير المعالج يمكن أن ينتج عنه التلوث فإن استخدام الشرش في إنتاج حامض اللاكتيك يضيف بعد بيئى هام ويجب أن تكون الكائنات الدقيقة المستخدمة في صناعة حامض اللاكتيك قادرة على النمو بصورة جيدة على الشرش في حالة استخدامه كمصدر وتستطيع أن تخمر كل محتواه من سكر اللاكتوز وتحوله إلى حامض اللاكتيك وتعتبر أنواع بكتريا Lactobacilli خاصة L.bulgaricus مناسبة لهذا الغرض ولكي يتم حقن L.bulgaricus في خزان التخمير فإنه يتم زراعتها بصورة متسلسلة تتدرج بالزيادة في حجم الآنية التي تحتوي على حليب منزوع الدسم معقم ثم

قال تعالى: ﴿قُل لَّوْ كَانَ ٱلْبَحْرُ مِدَادًا لِّكَلِمَٰتِ رَبِّى لَنَفِدَ ٱلْبَحْرُ قَبْلَ أَن تَنفَدَ كَلِمَٰتُ رَبِّى وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِۦ مَدَدًا ﴿١٠٩﴾﴾

المحليات الغذائية

حليب منزوع الدسم مبستر ثم في النهاية شرش ويستخدم الحليب في البداية إذ أنه يعد وسطاً أفضل من الشرش وبالتالي ينتج عنه ملقح inoculum ذو حجم وكثافة أكبر ثم يتم إضافة المزرعة النامية على الشرش إلى خزان التخمر بتركيز يمثل حوالي 5-10% من حجم السائل الكلي المطلوب تخميره ويتم ضبط درجة الحرارة عند 43م وهي درجة كافية لمنع أو تثبيط نمو عديد من الكائنات الدقيقة الأخرى دون أن يؤثر ذلك على نشاط L.bulgaricus ويتم إضافة كميات من هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بصورة منتظمة لمعادلة الحموضة ويتكون لاكتات الكالسيوم وإلا سينتج عن تراكم حامض اللاكتيك تثبيط لعملية التخمر وتتم عملية التخمر تقريباً بعد يومين ويتم رفع درجة حرارة محتويات الخزان إلى درجة الغليان ليحدث تخثر للبروتين الميكروبي ويتم الترشيح الذي يتم فيه فصل البروتين الميكروبي ويتم معالجته ليصبح إضافات لتغذية الحيوانات وأما الرشيح والذي يحتوي على ملح لاكتات الكالسيوم الذائب يتم تركيزه عن طريق تفريغ الهواء لإزالة الماء ويحدث بعد ذلك معاملات إضافية لتنقية المركب وتوجد بعض أنواع من البكتريا العصوية لها أهمية في مجال العلاج ومنها L. sporogenus, L. acidophilus L. plantarum, L. casei, L. brevis, L. delbruckii, L. lactis إذ أن النشاط الأيضي لهذه الأنواع هو المسؤول عن فوائدها العلاجية فمثلاً أنواع اللاكتوباسيلس التي يتم تربيتها على وسط غذائي يحتوي على الحليب تستطيع القيام بالنشاط المحلل للبروتين حيث يتم تكسير البروتينات إلى مركبات أسهل تمثيلاً وهذه الأنشطة للاكتوباسيلس في القناة المعدية المعوية تساعد على هضم البروتين ويكون لذلك أثر هام للغاية في مجال تغذية الأطفال والمسنين ومن في دور النقاهة، النشاط المحلل للببيدات ولهذه الخاصية أهمية كبرى في إعداد مواد غذائية لراغبي الرجيم ولذوي الاحتياجات الغذائية الخاصة وقد أوضحت الأدلة الطبية على أن بكتريا اللاكتوباسيلاس قادرة على تكسير الكولسترول في المصل كما أنها تساعد على إذابة أملاح الصفراء، أيض اللاكتوز حيث تمتلك بكتريا حامض اللاكتيك مجموعة من الإنزيمات التي تستطيع بها إنتاج حامض اللاكتيك من اللاكتوز وهذه الإنزيمات β-galactosidase, glycolases, lactic

dehydrogenase فـأن لحـامض اللاكتيـك أهميـة فسـيولوجية في تحسـين هضـم بروتينات الحليب عن طريق ترسيبها في صورة حبيبات دقيقة متخثرة، تحسن من استغلال الكالسيوم والفوسفور والحديد، يحفز إفراز العصارة المعدية، يسارع من نقل محتويات المعدة للأمعاء وتعتمد كمية المتشابهات الضوئية المنتجة من حامض اللاكتيك على طبيعة المزرعة وفي الإنسان يتم امتصاص الصورتين الفراغيتين من القناة المعوية وبينما نجد أن الصور L(+) تمتص تماماً ويتم تمثيلها سريعاً في تخليق الكلايكوجين فإن الصورة D(-) يتم تمثيلها بمعدل أق وتفرز كمية الحمض التي لم يتم تمثيلها في البول ووجود كمية غير ممثلة من حمض اللاكتيك ينتج عنها ما يعرف بالحموضة الايضية acidosis في الأطفال وتنتج Lactobacillus acidophilus الصورة الفراغية D(-) فإن أهميتها الطبية محل جدل على الرغم من كونها استخدمت مبكراً في عديد من المستحضرات العلاجية وعلى النقيض نجد أن L.sporogenes تنتج الصورة L(+) فأن قابلية الأنواع المختلفة لبكتريا Lactobacillus على تحويل اللاكتوز إلى حامض اللاكتيك يمكن استغلالها بصورة ناجحة في معالجة المقاومة للاكتوز لدى بعض الأفراد Lactose tolerance الذين لا يستطيعون تمثيل اللاكتوز نظراً لنقص أو خلل في إنزيماتهم فنجد أن حامض اللاكتيك يقلل قيمة الاس الهيدروجيني الخاصة بالأمعاء إلى 4-5 وبذلك يثبط نمو الكائنات الدقيقة المسببة لتعفن البروتينات وكذلك E.coli إذ تتطلب هذه الكائنات اس هيدروجيني6-7 وكذلك فإن بعض الأحماض الطيارة التي يتم إنتاجها خلال عملية التخمر تحتوي على نشاط مضاد للميكروبات عند سيادة ظروف لا تسمح بعمليات الأكسدة – اختزال فأن بكتريا حامض اللاكتيك تثبط نمو الكائنات الدقيقة التي تعمل على تعفن البروتينات من خلال إفرازها لنواتج أيضية أخرى مثل بيروكسيد الهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون وثنائي الخلات Diacetyl فالنواتج الأيضية لبكتريا حامض اللاكتيك التي ثبت أنها ذات أثر مضاد للكائنات الدقيقة التي تعمل على تعفن البروتينات وتستخدم بكتريا حامض اللاكتيك على مستوى العالم لإنتاج أغذية خاصة مثل الزبادي، خبز هش معد بطريقة خاصة، الخيار المخلل والزيتون،

الخضراوات المخللة، اللبن الرائب، الكشك وهو عبارة عن حبوب متخمرة مع خليط من اللبن، عصيدة من الذرة المتخمرة، الخاثر\اللبن الرائب المتخمر وهي تسمية محلية في العراق، الداهي\اللبن المتخمر في الهند فأن وجود حامض اللاكتيك المنتج خلال التخمر هو المسؤول عن المذاق اللاذع وعن الثبات الميكروبيولوجي ضد الفساد والأمان للغذاء المخمر المحتوى على هذا الحامض وهو المسؤول عن المذاق الخاص لبعض الخضراوات المتخمرة والمخللة حيث يتحول السكر الموجود باللهانه إلى حامض اللاكتيك ويعمل كمادة حافظة.

ب. **التخمر الكحولي Ethanol fermentation**: سمي بالتخمر الكحولي لأنه ينتج إيثانولC_2H_5OH , يتم التخمر الكحولي في خطوتين هم ينتزع جزيء CO_2 من جزيء حامض البيروفيك لينتج الأسيتالديهايد الذي يتم إختزاله بواسطة NADH إلى إيثانول وهذه الخطوة تساعد في إعادة توليد NAD^+ اللازم لعملية انحلال السكر ويتم التخمر الكحولي في الخميرة وبعض أنواع البكتريا وتستخدم هذه الكائنات في بعض الصناعات الكحولية، يتم التخمر بواسطة الخميرة وأنواع أخرى من البكتريا وهو يلعب دوره الهام في صناعة الخبز وتخمر الجعة وكذلك صناعة النبيذ وغالباً ما يفضل واحداً من المنتجات فعلى سبيل المثال في صناعة الخبز يستخرج الكحول من الخبز وفي إنتاج الكحول ينطلق ثاني أوكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي المحيط أو يستخدم لكربنة المشروبات المنعشة وعندما يكون للبكتريا تركيزاً عالياً في المخمر يتم إنتاج كميات صغيرة من الميثانول حيث تلخص المعادلة الكيميائية عملية تخمر الكلوكوز وصيغته الكيميائية هي $C_6H_{12}O_6$ حيث يتحول جزيء واحد من الكلوكوز إلى جزيئين من الايثانول وجزيئين آخرين من ثاني اوكسيد:



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

ونلاحظ أن الصيغة الكيميائية للإيثانول هي C_2H_5OH حيث قبل وقوع عملية التخمر يتم تكسير جزيء كلوكوز واحد إلى جزيئين من حامض البيروفيك وتعرف تلك العملية باسم انحلال السكر.

تخمر الخضراوات

تتم عملية تخمير الخضراوات مثل الخيار، اللهانه والزيتون من خلال سلسلة من المراحل هي:

1. مرحلة البداية Initiation stage: في البداية تبدأ عديد من الكائنات الهوائية واختيارية التنفس الهوائى واللاهوائية في النمو ثم تبدأ إفراز حامض اللاكتيك بواسطة Streptococcus و Lactobacillus فينتج عن ذلك انخفاض الاس الهيدروجيني وتثبط نمو البكتريا السالبة لصبغة كرام المكونة للجراثيم غير المرغوب فيها
2. مرحلة التخمر الأولية Primary fermentation stage: تسود خلال هذه المرحلة بكتريا حامض اللاكتيك والخمائر المخمرة ويستمر التخمر حتى تستهلك كل الكربوهيدرات المتاحة أو إلى أن يصبح الاس الهيدروجيني منخفض بصورة تمنع النمو البكتيري.
3. مرحلة التخمر الثانوية Secondary fermentation: حيث تقوم الخمائر التي تقوم بعملية التخمر والتي تتحمل الحموضة العالية باستغلال أية كربوهيدرات متبقية.
4. مرحلة ما بعد التخمر Post-fermentative stage: قد تحدث نموات ميكروبية لاسيما الفطريات الخيطية والخمائر المؤكسدة على سطح المنتج المتخمر وهناك استغلال كبير هذه المراحل على المستوى الصناعي في إنتاج المخللات.

منتجات تخمر اللاكتوز

يمكن الاستفادة من سكر اللاكتوز كمادة أساس في عملية التخمر لإنتاج الكحول والبروتين أحادي الخلية والكتلة الحيوية وغاز الوقود وحامض اللاكتيك وحامض البروبيونيك ولاكتات الامونيوم وإنتاج الزيت وحامض الستريك والبيوتانول الايثانول والسكريات المتعددة وإنزيم اللاكتيز، حيث يحصل تخمر سكر اللاكتوز بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وخاصة أجناس lactococcus, lactobacillus إلى حامض اللاكتيك أو بواسطة بعض أجناس الخمائر مثل أجناس Kluyveromyces الى ايثانول أو تحويلة الى لاكتات الامونيوم كمصدر للنتروجين في علف الحيوانات أو تحويله الى حمض البروبيونيك وأكسدة الايثانول الى حامض الخليك أو إنتاج الميثان الذي يستخدم كوقود للسيارات أو إنتاج صمغ xanthan بواسطة استعمال اللاكتوز كمادة أساس للاحياء المجهريةXanthomonascampestris.

1. **إنتاج بروتين أحادي الخلية single cell protein**: يمكن إنتاج بروتين أحادي الخلية بواسطة التخمر لسكر اللاكتوز ويمكن استعمال الشرش المركز لتخمر سكر اللاكتوز بواسطة الخمائر الذي تخمر سكر اللاكتوز وهي K.Fragilis لإنتاج من 2– 8 غم من البروتين أحادي الخلية لكل لتر من الشرش ويمكن انتاج البروتين احادي الخلية بواسطة استعمال Candide tropicalis,Trichoderma album للاستفادة من الشرش الناتج العرضي في معامل الالبان ويمكن تحويل سكر اللاكتوز الى بروتين احادي الخلية باستعمالC.curvata,C.shehatae Sacharomyces cerevisiae.
2. **الكتلة الحيوية Biomass**: إضافة الببتونات يزيد من الكتله الحيوية بدون التأثير على إنتاج الكحول واستعمال تخمر بمرحلتين هي K.Fragilis في المرحلة الأولى و propionibacterium sp. في المرحلة الثانية يعطي إنتاج مرتفع من الكتلة الحيوية مقارنة مع استعمال Propioni bacterium فقط كما ان K.bulgaricus يعطي انتاج مرتفع من الكتلة الحيوية وان ارتفاع محتوى الرماد

يثبط انتاج الكتلة الحيوية ويمكن انتاج الكتلة الحيوية من سكر اللاكتوز باستعمال Trichosporon beigeli.

3. انتاج الكحول: يمكن الاستفادة من الشرش المركز بطريقة OF,UF في انتاج الايثانول حيث أن استعمال أجناس Kluyveromyces ينتج حوالي12% ايثانول من سكر اللاكتوز وإضافة الببتون لا يؤثر على انتاج الكحول ويمكن الاستفادة من K.fragilis في إنتاج نسبة عالية من الكحول، ارتفاع محتوى الرماد يثبط انتاج الكحول واستعمال مخمرات غير لاكتونية مثل Saccharomyces cerevisiae ينتج ايثانول.

4. إنتاج حامض اللاكتيك: يحصل تخمر سكر اللاكتوز الى حامض اللاكتيك بوجود بكتريا حامض اللاكتيك وخاصة lactobacillus delbrueckii, Lacto. Bulgaricus,Lact. Leccchmanvii, lactococcus ويستفاد من الشرش الذي يحتوي لاكتالبيومين، اللاكتوز، الرايبوفلافين والاملاح المعدنية والماء لمصدر غذائي في الية حامض اللاكتيك عندما يلقح الشرش بواسطة Lact. Bulgaricus ويستعمل حامض اللاكتيك في الصناعات الغذائية أو يستعمل في الصناعات البلاستيكية أو يحول الى لاكتات الامونيوم كمصدر للنتروجين في تغذية الحيوانات أوممكن أن يتحول الى حامض الخليك أو البروبيونيك وكذلك يلك العديد من التطبيقات الغذائية المختلفة ويمكن الاستفادة من الايثانول لأغراض صناعية كوقود أو تأكسد الايثانول الى حامض الخليك أو لإنتاج الميثان.

5. إنتاج لاكتات الامونيوم: يمكن إنتاج لاكتات الامونيوم بواسطة التخمر للشرش منزوع البروتين الى حامض اللاكتيك مع معادلته الى أس هيدروجيني ثابت مع الامونيا وتركيز اللاكتيت هو 58,7 غم\لتر.

6. إنتاج الزيت: يمكن تحويل شرش الجبن الى زيت باستعمال Candida curate, Trichesporon cutincum, fusarium oxysporum, fusarium lini، تخمر الشرش لمدة 72 ساعة يقلل من طلب الأوكسجين الكيمياوي بواسطة 95% وينتج من 4-16 غم\لتر ويحتوي الدهن 50% من حامض الاوليك

و30% من حامض الباميتك، 15% من حامض الستياريك و 8% من حامض اللينوليك ويستخلص الزيت بواسطة خليط من الميثانول والبنزين أو الايثانول والهكسانون ويختلف محتوى الدهن أو الزيت الناتج اعتمادا على ظروف الانتاج وانتاج الزيت باستعمال C. curvata Candida.

7. **إنتاج حامض الستريك:** يمكن تصنيع حامض الستريك بواسطة تخمر سكر اللاكتوز الموجود في الشرش ويمكن الاستفادة من الشرش الحامض لإنتاج حامض الستريك بواسطة Asp. Niger وأقصى إنتاج يحصل عليه بعد 8-12 يوم بدرجة 30م هو 10 غم/لتر.
8. **إنتاج البيوتانول:** يمكن إنتاج البيوتانول بواسطة تخمر الشرش وتخمر الشرش ينتج من خليط من البيوتانول: الأسيتون: الايثانول بنسبة 1:1:10.
9. **إنتاج السكريات المتعددة:** يمكن إنتاج السكريات المتعددة الميكروبية بواسطة تخمر سكر اللاكتوز الموجود في الشرش باستعمال السلالات المنتجة للاصماغ المعروفة مثل Alcaligenes,Xanthomonas campestris, Arthrobacter, Zoogleo الذي تنتج سكريات متعددة من الشرش المحلل أو الكلوكوز أو الكالاكتوز بينما Zooglea ramigera, Alcaligenes viscosus, الذي تنتج صمغ من الشرش.
10. **إنتاج انزيم اللاكتيز:** يمكن الاستفادة من الشرش منزوع البروتين في صناعة اللاكتيز.
11. **الاحماض الامينية:** يمكن الاستفادة من التخمر في الانتاج التجاري للاحماض الامينية باستعمال Corynebacterium glutamicum للتخليق الحيوي لحامض الكلوتاميك ويستعمل البنسلين في المراحل المتقدمة من التخمر لمنع نمو الاحياء المجهرية غير المرغوبة ويمكن انتاج اللايسين باستعمال Bacillus subtilus.
12. **المضادات الحياتية:** تتضمن العمليات الصناعية لانتاج البنسلين اضافة مستمرة لسكر اللاكتوز الى الوسط لانتاج البنسلين benzylpenicillin

phenoxymethylpenicillin, بإضافة مولدات حامض اللاكتيك ويعمل البنسلين كعامل مضاد للبكتريا ويستعمل cephalosporin كمضاد حيوي تجاة البكتريا العنقودية المقاومة للبنسلين كما يمكن انتاج Streptomycin من التخمر الهوائي باستعمالStreptomyces griseus ويستعمل الستربتومايسين لعلاج مرض السل.

13. انتاج الكلوكوز والكالاكتوز: يمكن تحلل سكر اللاكتوز انزيميا الى كلوكوز وكالاكتوز.

14. انتاج الفيتامينات: يمكن انتاج كميات كبيرة من الرايبوفلافين باستعمال التخمر الميكروبي مثل Ashbya gossypi, Eremorthecium ashbya وهو فيتامين ثابت تجاه الحرارة وهو اساسي للنمو والصحة والسيانوكوبالامين الذي ينتج باستعمال بكتريا Streptomyces griseus للاغراض التجارية وهو فيتامين ذات تطبيقات مهمة في تغذية الانسان والحيوان والميكروبيولوجي والطب.

15. المنتجات الاخرى: يمكن الاستفادة من الشرش في إنتاج البيرة والنبيذ والأسيتون وحامض الجبريليك وحامض الكلوكونيك وإنتاج الهيدروجين وإنتاج الكلوكونات وإنتاج البيتون.

16. **تكوين اللاكتوسيداتlactosides:** يمكن تحضير مثيل- بيتا -لاكتوسيد بشكل بلوري من تفاعل α-acetobromolactose مع الميثانول بوجود زيادة من كربونات الفضة ثم يليها ازالة الخلات مع ميثوكسيد الصوديوم ويمكن إعادة تبلور للمادة الخام من 96% ايثانول لتكوين مثيل- بيتا - لاكتوسيد بشكل أحادي المائية وامكن مطابقة التركيب البنائي باضافة المثيل والاكسدة periodate ويمكن التحضير المباشر لمثيل بيتا -لاكتوسيد باستعمال -α acetobromolactose وايثوكسيد المغنيسيوم في الميثانو، اعادة تبلور المادة الخام من 96% ايثانول يعطي مثل بيتا لاكتوسيد بشكل احادي المائية ويمكن اضافة المثيل ثم اكسدة periodate أو يمكن تحضير مباشر للمثيل–

بيتا -لاكتوسيد باستعمال α-acetobromo lactose وايثوكسشيد الصوديوم في الميثانول ويمكن تحضير أنواع مختلفة من اللاكتوسيدات بواسطة تفاعل Koenigs-Knorr والذي تتضمن 2- كلورو اثيل، 2- بروموائيل، 2- ايودو اثيل، 3- كلوروبروبيل، بنزيل، 1- منثيل، ميرسيل، كولستيريل وβ-lactoside deoxycorticosterone ويمكنتحضير الكلايكوسيدات العطرية المختلفة لسكر اللاكتوز بكميات كبيرة وقد تمكن من تخليق الفنيل- بيتا - لاكتوسيد بواسطة معاملة α- acetobromolactose مع فينوكسيد البوتاسيوم في الأسيتون السائل الذي تمكن من تحضير اورثو ، ميتا وبارا بروموفنيل وكلوروفنيل بيتا - لاكتوسيدات وكذلك اورثو وبارامضاهيات الايودوفنيل وقد امكن أجراء تحلل قلوي للاكتوسيدات العطرية، ويعتبر اورثو - كلوروفنيل كلايكوسيد من المولدات المناسبة لتكوين lactosan الذي يحصل علية من صهر lactose octaacetate مع اورثو كلوروفينول بوجود بارا- تولين حامض السلفونيك وانهيدريد الخلات وهذه الطريقة تنتج 23% من اورثو- كلوروفنيل بيتا-لاكتوسيد هبتا الخلات ويمكن تخليق 31% من phenyl β-lactoside heptaacetate من اللاكتوز والفينول وعندما يتم صهر octa-O-acetyl-β-lactose مع الفينول بوجود كلوريد الزنك اللامائي فأنه ينتج 55% من الفا - كلايكوسيد المقابل ويمكن تحضير الفا - كلايكوسيدات للسكريات الثنائية المختزلة لتكوين β-anomer بواسطة التحلل الكحولي للمركب glycosyldimethyldithiocarbamate ويحصل تكوين methyl-α-lactoside عند تحلل الكحول المثيلي للمركب β-lactosyl-N,N-dimethyldithiocarbamate والذي يتم عزلها بشكل peracetate من الخلات الكلايكوسيدية الانوميرية بواسطة التبلور التجزيئي لانتاج 54% من المركب.

17. **تكوين الايثرات:** الطرق التقليدية لتقدير الصفات التركيبية والبنائية للكربوهيدرات تعتمد على دراسة هدم مشتقات permethylated ويمكن

دراسة التركيب البنائي لسكر اللاكتوز بهذه الطريقة والتحلل المائي لمركب(30)methyl hepta-O-metrhyl lactoside البلوري الذي ينتج 2,3,6-tri-O-methyl– و2,3, 4, 6-tetra-O-methyl –galactose D-glucose وعلى هذا الاساس تكون الرابطة الكلايكوسيدية إما 4 ←1 أو 5 ←1 بين الكلوكوز – الكالاكتوز في سكر اللاكتوز وهناك العديد من الطرق لتحضير ايثرات المثيل والذي تستعمل كواشف مثيلية مثل:

Dimethylsulphate –sodium hydroxide

Methyl iodide –silver oxide -acetone

Sodiumhydride-methyliodide-N,N-dimethylformamide,

diazomethane-boron-trifluoride etherate

إضافة المثيل الى (1,2,3,2-,3-,4-,6-hepta-O-acetyl-β-lactose) باستعمال diazomethane-boron trifluoride etherate لانتاج72% من مركب بلوري هو (32)hepta-O-acetyl-6-O-methyl-β-lactose ومن المواقع الاخرى الذي يضاف لها المثيل في مشتقات سكر اللاكتوز هي الموقع الثالث في الكلوك الموقع الثاني في الكالاكتوز، الموقع الرابع في الكالاكتوز، الموقع السادس في الكالاكتوز الموقع الثالث في الكلوكوز والموقع الثاني في الكالاكتوز، الموقع الرابع والسادس في الكالاكتوز، الموقع الثاني والثالث في الكلوكوز والموقع الثاني في الكالاكتوز، الموقع الثالث في الكلوكوز والموقع الثاني والثالث في الكالاكتوز وأخيراً الموقع الثاني والثالث في الكلوكوز والموقع الثاني، الثالث، الرابع والسادس في الكالاكتوز، المجاميع الحامية للايثر بنزيل تستعمل على نطاق واسع في تخليق السكريات المتعددة قصيرة السلسلة والذي تحضر باستعمال كلوريد البنزيل – هيدروكسيد الصوديوم، كلوريد أو بروميد البنزيل – هيدريد الصوديوم -N,N– dimethylformamide أو بروميد البنزيل – هيدروكسيد الصوديوم – ثنائي

مثيل سلفوكسيد الذي يمكن تحضـــيره مـن-1, 6-anhydro-2, 3, 2ˉ, 4ˉ - tetra O-benzyl-β-lactose لانتـاج 48% وهـذه الطريقـة في التخليـق تتضـمن إضـافة البنزيل الى المركب في الموقع 2,3, 2ˉ يليه ازالة البنزيليدين لانتاج 4ˉ,6ˉdiol الـذي يضاف له tosyl في الموقع 6ˉ ومـن ثـم إضـافة بنزيـل في الموقـع -4 ثـم ازالـة tosyl في الموقـع 3ˉ,6ˉ باســتعمال sodium/mercury amalgam لإنتـاج مركـب ثنـائي الكحول diol، الطرق البديلة للحصول على مشتقات البنزيـل جزئيـا لسـكر اللاكتـوز هـي اسـتعمال طريقـة لتشـقق حلقـة البنزيليـدين ومعاملـة-benzyl-penta-O benzyl-4ˉ,6ˉ-O-benzylidene-β-lactoside مع كميـة مولاريـة مكافئـة مـن هيدريـد اللثيـوم الألمنيـوم – كلوريـد الألمنيـوم لإنتـاج خلـيط متنـاظر مـن اثنـان مـن hepta-O-benzyl وهذه هي 71% من -benzyl-2, 3, 6, 2ˉ, 3ˉ, 4ˉ -hexa-O benzyl-β-lactoside و14,4% مــــن -benzyl 2,3,6,2ˉ,3ˉ,6ˉ -hexa-O benzyl-β-lactoside وايثرات البنزيل ثابته نسبيا في الظروف القاعدية والحامضية ولا يمكن أن تنتقل الى أو تترسب مع المواقع المجاورة وهذه الصفات بالإضافة الى سهولة إزالتها بواسطة الهدرجة التحفيزية مما يجعلها مجاميع حماية فعاله في تخليـق السـكريات المتعـددة قصيرة السلسلة.

الفصل الخامس

استعمالات المحليات

استعمالات المحليات

1. اليوغارت: المحليات مشتقة من بقايا سكر الحليب اللاكتوز، سكر القصب أو البنجر السكروز، الكالاكتوز والكلوكوز وغالبا ما يستعمل السكروز كعامل محلي في صناعة اليوغارت والذي تضاف اما قبل بسترة الخليط أو في المرحلة عند اضافة الفواكه أو المواد المطعمة وتستعمل اما الفواكه المحفوظة الذي لا تحتوي أي مواد محلية مضافة أو الفواكه المضاف لها محليات وهي الاكثر شيوعا وحلاوتها تعتمد على مستوى ونوع الكربوهيدرات الموجودة، السكروز يسبب فقد حموضة اليوغارت بينما السكر الناعم يعطي حلاوة بدون فقد في الطعم الحامضي وغالبا ما تستعمل المحليات في صناعة اليوغارت المطعم بالفاكهه لانتاج يوغارت طبيعي حلو وتركيز المحليات يمنع انجماد مكونات الايس كريم بدرجة حرارة منخفضة جدا والهدف الاساسي من إضافة المحليات الى اليوغارت لخفض اللزوجة للمنتوج، دمج المحليات يعتمد على نوع المواد المحلية المستعملة، نوع الفاكهة المستعملة، التأثيرات المثبطة على بكتريا البادىء، المواصفات المحلية والاعتبارات الاقتصادية، ويختلف محتواها مع اختلاف محتوى المواد الصلبة، طريقة الدعم والسكريات الطبيعية الموجودة في الفواكة كالسكروز والفركتوز والكلوكوز والمالتوز أو تضاف السكريات الى اليوغارات ويمكن اضافة 3-4% السكروز الى اليوغارت العادي ويحتوي يوغارت الفاكهة اقل من 10% سكر ويتراوح مستوى المحليات المضافة الى اليوغارت المطعم بالفاكهة من 20-65% وان اضافة السكر بنسبة 10-12% يقلل تأثير تنافذي عكسي للمواد المذابة في الحليب ويخفض نشاط الماء وتحتوي الفواكه على مستويات وانواع مختلفة من الكربوهيدرات الطبيعية ويتراوح محتواها من 16% في الليمون الى 65% في reisins ويتراوح محتواها 5,6% في raspberry، 6,2% في srawberry، 6,6% في blackcurrant، 7,5% في المشمش، 9% في الخوخ، 11,6% في الاناناس، 12% في الشليك الاسود، 14,2% في mandarine والفحوصات

الميكروسكوبية للانـواع المختلفـة مـن اليوغـارت تـبين بـأن .Str Thermpphilus اكثر تحمل للتركيز المرتفع للسكر مـن L.bulgaricus وان وجود الكربوهيدرات يثبط نمو البكتريـا في اليوغـارت ويحصـل انخفـاض في معـدل تطور الحموضة بواسطة بكتريا الباديء Str. Thermpphilus L.bulgaricus في الحليب المركز الى 16,5% عند زيادة مستوى السكر مـن 6-12% وحصـول تغيرات في مظهـر البكتريـا فـأن اضـافة السكر بنسـبة 10-12% يسـلل تـأثير تنافذي عكسي للمواد المذابة في الحليب ويخفض نشاط الماء.

2. **الايس كريم:** المحليات المستعملة في صناعة الايس كريم هـو سكر القصب أو البنجر\ السكروز، الدكستروز\عصير الذرة أو محليات الذرة، متعدد الدكستروز، الدكستروز مع المالتوز، محليات الذرة، سكر maple، العسل، الفركتوز، المولاس، عصير المالت، السكر الأسمر، اللاكتوز، عصير المالتوز، عصير الشعير، سليلوز بلوري ، متعدد استرات السكروز، الفركتوز، السكر الحبيبي، اللاكتوز، السكر المحول\ كلوكوز+ فركتوز، السكر السائل، السكرين إلا أن أكثرها شيوعا في صناعة الايس كريم هو سكر القصب ومعظم الايس كريم في الولايات المتحدة الأمريكية يصنع مع بعض أنواع مـن محليات الذرة كبديل جزئي للسكروز والكربوهيدرات الرئيسية الموجودة في الفواكه هو الكلوكوز، الفركتوز، السكروز والمالتوز وحلاوتها تعتمد على مستوى ونوع الكربوهيدرات فالوظيفة الأساسية للسكر هي زيادة قبولية الايس كريم، يخفض من درجة الانجماد للخليط لذلك لا يتصلب في المجمدات والسكر لا يعطي الحلاوة للمنتوج فقط بل، تركيز المحليات يمنع الايس كريم مـن تكوين المواد الصلبة المجمدة حتى ولو بدرجة حرارة منخفضة جدا كما أن لها تأثير على درجة الانجماد للخليط وتنتج خليط ثخين مع قابلية خفق منخفضة مع إنتاج ايس كريم ذو قوام ونسجة ناعمة مع نوعية انصهار عالية نتيجة خفض سرعة الخفق، انتاج ايس كريم مع نسجة وقوام ناعم ويختلف مستوى السكروز المستعمل في صناعة تلك المنتجات مـن 12-18% للايس كريم و14 – 25% في حالة الشربت Sorbets,ice Lollies وتختلف

كمية السكر المستعملة مع نوع المنتجات المصنعة ويجب أن يحتوي الايس كريم لا يقل عن 12% سكر ويعتبر السكر من ارخص المواد الصلبة الكلية في الخليط وتركيزه في الايس كريم من 13– 16% على أساس سكروز ويمكن استبدال من ربع إلى ثلث سكر القصب أو البنجر بواسطة سكرة الذرة واستعمال ارتباطات أو خلائط السكريات إما في حالة جافة أو سائلة وتتكون خلائط السكر من 70% سكروز و30% محليات الذرة وتستعمل عوامل التحلية والمواد المالئة كبديل لبعض المواد الصلبة الكلية للحليب لانتاج ايس كريم منخفض سكر اللاكتوز أو خالي من سكر الذي يستعمل فيها النشأ المهدرج الذي يتركب من 7% سوربيتول، 52% مالتيتول، 18% DP_3، 21% DP3-20 و1% DP على أساس المادة الجافة ويمكن استعمال المحلول بتركيز 10,4% في ارتباط مع 10,3% عصير سوربيتول أي بنسبة 70% على أساس المادة الجافة في خليط الايس كريم الحاوي 8,4% دهن حليب، 10% حليب فرز، 0,02% اسبارتام، مثبت وفانيلا كمطعم ومحتوى السكر له تأثير على نعومة الايس كريم الناتج لذلك يضاف السكر بنسبة17–18% من سكر القصب إلى خليط الايس كريم وان الايس كريم عالي النوعية يحتوي 14– 16% سكر وبعض المواد المحلية لها تأثير على صفات الخليط والناتج النهائي فهي تحسن القوام والنسجة إلا إنها تخفض من قابلية الخفق وتحتاج درجة منخفضة للتصلب وهي تلعب دوراً مهماً في تقبل المنتوج بسبب موازنة الدسامة للدهن المضاف وهي تزيد من المواد الصلبة الكلية، ارتباط الماء واعطاء النعومة في النسجة وتختلف السكريات المستعملة في معامل قابليتها للارتباط بالماء ويحتوي soft scoop ice cream أما كلسيرول أو مستويات عالية من الدكستروز أو الفركتوز الذي تعطي طعم حلو للمنتوج بينما الكلسيرول ولحد ما الدكستروز تعطي طعم معدني عندما تستعمل بتركيز اكثر من 5% النوعية الضعيفة من عصير الذرة يعطي طعم العصير ألا أن النوعية العالية لا تعطي مشاكل في الطعم عندما تستعمل بتركيز اقل من 5% ويصنع الايس كريم المجفف من استعمال محليات صناعية مثل الاسبارتام

والسكرين والذي لها تأثير على الطعم بسبب حلاوتها المختلفة وتأثير على القوام والنسجة ويسبب تبلور سكر اللاكتوز في الايس كريم.

نسجة رملية: ففي الايس كريم الصلب الطازج يحصل توازن الخليط من الفا وبيتا لاكتوز في اللاكتوز الزجاجي والذي يكون ثابت مع بقاء درجة الحرارة منخفضة وثابتة، وخلال انجماد الايس كريم فان محلول سكر اللاكتوز يمر من خلال المنطقة غير الثابتة\المتغيرة عندما يحدث تبلور تلقائي بينما الجزء الاخر يكون منطقة ثابتة عندما يحدث التبلور إذا كانت عملية البذار مناسبة مثل بلورات سكر اللاكتوز وبدرجة حرارة منخفضة فأن ضغط التبلور يكون منخفض فلا يحدث تبلور وتعمل النويات كبذار لحدوث التبلور مما يؤدي ذلك الى نمو بطئ مع الوقت مما يسبب نسجة رملية ويمكن السيطرة على النسجة الرملية من خلال التحكم في محتوى المواد الصلبة للحليب أو بواسطة استعمال lactase لتحلل سكر اللاكتوز وهناك أربعة أنواع من محليات الذرة المتوفرة للاستعمال في صناعة الايس كريم هي سكر الذرة المصفى dextrose والمواد الصلبة لعصير الذرة وسائل عصير الذرة وعصير الذرة عالي الفركتوز ويحتويsoft scoop ice cream أما كلسيرول أو مستوى عالي، السكريات الأحادية مثل الفركتوز والدكستروز استعمال الكلسيرول ولحد ما الدكستروز تنتج طعم معدني عند استعمالها بتركيز اكثر من 5% وهناك ثلاث أنواع رئيسية من عصير الذرة مرتفع الفركتوز هي عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 42% الحاوي 42% فركتوز، 52% دكستروز و6% سكريات مرتفعة، عصير ذرة ذو مكافي فركتوز 55% الحاوي 55% فركتوز، 41% دكستروز و4% سكريات مرتفعة وأخيراً عصير ذرة ذو مكافي فركتوز90% الحاوي 90% فركتوز، 7% دكستروز و3% سكريات مرتفعة الذي لا تستعمل في صناعة الايس كريم فأن مكافئ الدكستروز من 20-57 والتحويل العالي 58-62 فاستعمال اللاكتوز كمادة محلية يسبب مشاكل في خليط الايس كريم وهو القوام الرملي وهو اقل ذوبان من السكروز ويكون بلورات صلبة ذات نهايات حادة وهو اكثر تبلور عندما الجزء المائي يحتوي 9% لاكتوز فأنه يكون بلورات

كبيرة تعطي قوام رملي غير مرغوب في الفم ولهذا السبب يحدد استعماله أو تركيزه في صناعة الايس كريم ومصدر اللاكتوز هو المواد الصلبة اللادهنية في منتجات الألبان وحوالي 54% من المواد الصلبة اللا دهنية هو لاكتوز واقصى تركيز لسكر اللاكتوز الذي يستعمل بأمان له علاقة مباشرة مع تركيزSNF وتستعمل في الايس كريم العلاجي diabetic ice cream ويحدث تبلور سكر اللاكتوز في الحليب المكثف المحلى.

3. **الشرابت:** ويستعمل السكروز كمادة محلية بدلا من عصير الذرة الذي يعطي اللون البني وذلك لعدم وجود السكريات الاحادية او السكريات المختزلة الذي تلعب دوراً مهماً في التفاعلات البنية ويختلف مستوى السكروز المستعمل في صناعة تلك المنتجات من 14 - 25% وتفيد المحليات في صناعة المشروبات لانتشار المثبت والمادة المطعمة مثل مسحوق الكاكاو، تزيد من القوام، المذاق والطعم وكمية السكر المستعملة في الشرابت والمثلجات عامل مهم لأنها تحافظ على القوام وصلابة المنتوج النهائي، عند إضافة كمية قليلة منها فأن الشرابت والمثلجات تكون خشنة القوام ويصعب تقطيعها في طبقات طابوقية بسبب الفروقات في الصلابة للايس كريم والشرابت والمثلجات.
4. **الحليب المكثف:** زيادة كمية السكر المضاف في الحليب المكثف المحلى أي نسبة السكر في الماء للمنتوج تقلل من تلك الصفة وزيادة كمية السكر لها تأثير على التوازن الملحي بسبب التفاعل مع المعادن أو بواسطة إذابة بعضها مثل الكالسيوم غير الذائب وأملاح المغنيسيوم والكالسيوم غير الذائبة، السكر المذاب يزيد من حجم الوسط المنتشر ويؤدي إلى زيادة اللزوجة للوسط المنتشر مما يؤدي إلى انخفاض التداخل بين الجزيئات المنتشرة، وجود الشوائب في لسكر المستعمل واستبدال السكروز بواسطة الدكستروز بنسبة عالية اكثر من 25% يسبب زيادة تلك الصفة وإضافة السكر إلى الحليب قبل التسخين الأولي اكثر conductive لتلك الصفة فالتسخين الأولي للحليب وعصير السكر 65%

يشكل منفصل والتبريد إلى درجة حرارة 55م وخلط الحليب وعصير السكر وسحب الخليط إلى القدر يقلل من تلك الصفة وإضافة عصير السكر في نهاية فترة التكثيف يسبب تلك الصفة الذي يمكن إن يؤدي إلى انفصال الدهن المرفوض.

أ. **القوام الرملي**: بسبب سكر اللاكتوز والناتج عن التبريد غير الصحيح وتبلور سكر اللاكتوز وزيادة انخفاض درجة حرارة الخزن ومنعها بواسطة التبريد الصحيح والتبلور السليم والخزن بدرجة حرارة مثالية.

ب. **القوام الرملي**: بسبب السكروز وسببه زيادة نسبة السكروز وزيادة انخفاض درجة حرارة الخزن ومنعه بواسطة التبريد والتبلور المثالي ودرجة حرارة الخزن منخفضة مثالية.

ج. **انفصال سكر اللاكتوز**: وسببه انخفاض اللزوجة والخزن الطويل ومنعه بالخزن القصير واللزوجة المثالية.

ويمكن السيطرة على الحجم للبلورات للحصول على نسجة مرغوبة حيث أن تبخير الحليب يعطي منتج مشبع بسكر اللاكتوز وعندما يبرد الى درجة حرارة من 15- 20م يحصل تبلور 40-60% من سكر اللاكتوز بشكل الفا لاكتوز مائي وهناك 45- 47% جزء من اللاكتوز لكل 100 جزء من الماء في الحليب المكثف المحلى الذي يتالف من حوالي 40% من الفا لاكتوز و60% من بيتا لاكتوز ولغرض الحصول على نسجة ناعمة وبلورات ذات حجم اقل من 10 ميكروميتر تكون مرغوبة في المنتوج، فأن درجة الحرارة المثلى للتبلور هي 26-36م.

5. **المشروبات**: تفيد المحليات في صناعة المشروبات لانتشار المثبت والمادة المطعمة مثل مسحوق الكاكاو وتزيد من القوام والمذاق والطعم ويستعمل السكروز كمادة محلية بدلا من عصيرالذرة الذي يعطي اللون البني وذلك لعدم وجود السكريات الاحادية أو السكريات المختزلة الذي تلعب دوراً مهماً في التفاعلات البنية.

6. **الحليب المجفف:** قابلية الترطيب wettability يملك الحليب المجفف بطريقة الرذاذ قابلية ترطيب ضعيفة لأن الجزيئات الصغيرة تنتفخ عندما تتبلل بالماء مما تمنع تكون فراغات بين الجزيئات ويمكن تحسين قابلية الترطيب من خلال تحوير عملية التجفيف لانتاج حليب مجفف ذو جزيئات خشنة مما يتحول إلى حليب مجفف سريع الذوبان.

7. **منتجات الالبان المتخمرة:** يحصل تخمر سكر اللاكتوز الى حامض اللاكتيك بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وهي خطوة أساسية في صناعة جميع منتجات الالبان المتخمرة ومسالك التخمر معروفة ولا يعتبر اللاكتوز عامل محدد لصناعة منتجات الالبان المتخمر أي حوالي 20% من اللاكتوز يتخمر في انتاج الالبان المتخمرة يعاني بعض الأفراد من تحمل اللاكتوز بسبب عدم القدرة لاستهلاك منتجات الالبان المتخمرة بدون تأثيرات مرضية لأن بكتريا حامض اللاكتيك تنتج انزيم بيتا كالاكتوسايديز مما يكون تفريغ المعدة بطئ مقارنة مع الحليب غير المتخمر مما يتحرر اللاكتوز الى الامعاء الدقيقة وفي صناعة الجبن فأن معظم اللاكتوز 96-98% يمكن ازالته في الشرش ويعتمد تركيز اللاكتوز في الخثرة الطازجة على تركيزه في الحليب وعلى محتوى الرطوبة في الخثرة وهو من 1% في جبن الجدر الطازج الى 2,5% في جبن كاممبرت الطازج وايض اللاكتوز في الخثرة الى حامض اللاكتيك له تأثيرات رئيسية على نوعية الجبن المنضج ويمكن هضم اللاكتوز الناتج الى ثاني اوكسيد الكربون والماء بواسطة العفن السطحي في جبن كاممبرت أو إلى حامض البروبيونيك، الخليك وثاني اوكسيد الكربون في جبن امينتال، زيادة مستوى حامض اللاكتيك في الجبن يؤدي الى انخفاض الاس الهيدروجيني واعطاء طعم حامضي قوي ونسجة براقة بينما في جبن الجدر فأن d تحول حامض اللاكتيك من نوع L المنتج بواسطة بكتريا البادئ الى الشكل DL وتكون لاكتات الكالسيوم Ca-D-lactate اقل ذوبانا من Ca-L-lactate وعندما يكون التركيز مرتفع يحصل تبلورها على سطح الجبن مما تعطي مظهر غير مرغوب وتحصل زيادة محتوى سكر اللاكتوز المتخمر بواسطة البكتريا

العضوية غير المتجانسة مع انتاج ثاني اوكسيد الكربون مما يؤدي ذلك الى تكون فتحات أو نسجة مفتوحة في الجبن وعند صناعة بعض الاجبان مثل Dutch فأنه يتم غسل الخثرة لتقليل محتواها من اللاكتوز لتنظيم الاس الهيدروجيني للخثرة المكبوسة الى 5,3 وفي معظم الانواع الاخرى مثل جبن الجدر والايتنتال فأن مستوى سكر اللاكتوز في الخثرة لا يمكن السيطرة عليه بواسطة الغسيل فالتغيرات في تركيز اللاكتوز في الحليب له تأثير على نوعية الجبن، ويقل تركيز اللاكتوز في الحليب خلال مرحلة الحلب من 4,8- 4% وهناك تغيرانت فصلية ملحوظة في محتوى اللاكتوز في الحليب والجبن مما تسبب تأثير على نوعيتها ولازالة التباينات الفصلية في محتوى اللاكتوز في الحليب فأن مستوى ماء الغسيل لجبن Dutch يختلف طبقا لتركيز سكر اللاكتوز والكيزين في الحليب الذي يجب تعديلها أو غسل الخثرة لتقليل التباينات في مستوى حامض اللاكتيك لتنظيم الاس الهيدروجيني ونوعية المنتوج.

8. **منتجات الالبان المجمدة الأخرى:** يمكن تجميد الحليب المركز أو غير المركز تجاريا لإمكانية خزنه خلال موسم زيادة الإنتاج لتغذية الاطفال الرضع في حالات الطوارئ وبسبب الانجماد يحصل تلف مواد غلاف حبيبة الدهن الناتج عن طريق تحرير الدهن الحر free fat كما يحصل عدم ثبات الكيزين بسبب انخفاض في الأس الهيدروجيني والزيادة في تركيز أيون الكالسيوم مما يؤدي ذلك الى ترسيب فوسفات الكالسيوم الحامضية المذابة $CaHPO_4$ أو CaH_2PO_4 بشكل فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ مع تحرير أيون الهيدروجين ويحدث ترسيب فوسفات الكالسيوم عند الانجماد بسبب تبلور الماء النقي مما يؤدي ذلك الى زيادة في فوسفات الكالسيوم الذائبة ويحدث تبلور سكر اللاكتوز بشكل الفا لاكتوز مائي خلال الخزن المجمد ويحدث تبلور سكر اللاكتوز في منتجات الالبان المجمدة مما يؤدي ذلك الى عدم ثبات الكيزين وعند الانجماد فأن المحاليل فوق المشبعة لسكر اللاكتوز يحصل تكونها في الحليب المركز بدرجة –8م وان 25% من الماء يكون غير مجمد ويحتوي 80 غم سكر لاكتوز\100 غم بينما تكون قابلية ذوبان

سكر اللاكتوز بدرجة –8 م حوالي 7% وخلال الخزن بدرجة حرارة منخفضة فأن تبلور سكر اللاكتوز يكون بطيئا بشكل لاكتوز أحادي المائية مما تقل كمية الماء الحر، وتكوين محاليل اللاكتوز فوق المشبعة يمكن تثبيطه بالانجماد وتثبيت تركيز المواد المذابة في المحلول وعندما يحصل تبلور سكر اللاكتوز يحصل انجماد الماء وزيادة تركيز المواد المذابة الاخرى(جدول –8) فالزيادة في الكالسيوم والفوسفات يؤدي الى ترسيب فوسفات الكالسيوم وانخفاض في الأس الهيدروجيني.



$$3Ca^{+2} + 2H_2PO_4^{-1} \rightarrow Ca_3\,(PO_4)_2 + 4H^+$$

التغيرات في تركيز الكالسيوم والأس الهيدروجيني يؤدي الى عدم ثبات حبيبات الكيزين وأي عامل يعجل من تبلور سكر اللاكتوز يقلل من قابلية الحفظ المنتوج وبدرجة حرارة منخفضة جدا -23م لا يحصل تبلور سكر اللاكتوز ولا يحدث تغير في الكيزين حتى بعد فترة طويلة، فالتحليل الإنزيمي لسكر اللاكتوز بواسطة انزيم اللاكتيز قبل الانجماد يعيق أو يمنع تبلور سكر اللاكتوز وترسيب الكيزين.

جدول(8) التركيب الكيمياوي للراشح الفائق من الحليب الفرز المجمد والسائل

المكونات	الترشيح الفائق من الحليب الفرز	الراشح الفائق من الجزء السائل من الحليب المركز المجمد
PH	6,7	5,8
كلوريد ملي مول	34,9	459
ستريت ملي مول	8	89
فوسفيت ملي مول	10,5	84
صوديوم ملي مول	19,7	218
بوتاسيوم ملي مول	38,5	393
كالسيوم ملي مول	9,1	59

الهضم: البكتريا المحللة للاميلوبكتين في القولون والأعور Cecum تعمل على هضم السكريات المتعددة وتخمرها الهيموسيليلوز اكثر تحلل وهضم بواسطة الميكروفلورا من السيليلوز والهضم البكتيري ينتج أحماض دهنية واطئة مثل حامض الخليك والبروبيونيك وكحولات وغازات مثل الميثان والهيدروجين يحصل امتصاص الأحماض الدهنية الواطئة بواسطة المضيف ويستفاد منه لتخليق الدهن والكربوهيدرات وهذه الأحماض تحفز التقلص المعوي والغازات يمكن طردها من خلال الشرج Anus وتمتص جزئيا وتطرد خلال هواء الزفير.

القيمة السعرية: فالقيمة السعرية هي 1غم من الكربوهيدرات يعطي 4,65 سعره حرارية، القيمة السعرية = و × ح- التصحيح\وزن العينة بالغرامات، حيث أن و= وزن الماء في الحمام المائي، ح= فرق درجة حرارة الماء قبل وبعد حرق العينه وبما أن معامل هضم الكربوهيدرات 98% لذلك عند حساب القيمة السعرية لحرق الأغذية في جسم الإنسان يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار، الفقد في الطاقة لأن كمية الحرارة الناتجة عن احتراق الغذاء تكون اقل من حالة المسعر وذلك لعدم اكتمال هضم المواد الغذائية، 1 غم من الكربوهيدرات = 4,1 ×98 \100 = 4 سعرة\غم، وتسمى تلك القيم بالقيمة الفسيولوجية للأغذية والتي تنتج من ضرب القيمة السعرية للأغذية في معاملات هضم الغذاء وباستعمال هذه الأرقام يمكن حساب القيمة السعرية للأغذية التي تحتوي على اكثر من واحد من المركبات الغذائية بعد معرفة نسبة هذه المحتويات ولحساب القيمة السعرية لمادة غذائية تحتوي 4,9% كربوهيدرات هي 4,9×100\100 =4,9 غم كربوهيدرات.

استخدامات بدائل السكر

1. **المساعدة في تخفيف الوزن**: يختار بعض الاشخاص الحد من استهلاكهم للطاقة الغذائية من خلال استبدال السكر عالي الطاقة أو شراب الذرة بالمحليات الأخرى التي تحتوي على القليل من الطاقة وهذا يجعلهم قادرين على تناول الطعام نفسه

الذي يريدونه بشكل طبيعي مع السماح لهم بإنقاص وزنهم وتجنب مشاكل أخرى مرتبطة مع زيادة السعرات الحرارية المتناولة.

2. **العناية بالاسنان:** تعتبر بدائل السكر صديقة الأسنان لأنها لا تتخمر من قبل البكتريا أو الأحياء الدقيقة الموجودة على الأسنان ومن الأمثلة على السكر الذي يمكن أن ينفع صحة الأسنان هو إكسيليتول الذي يعمل إكسيليتول على منع البكتريا من الالتصاق بسطح السن وهذا يمنع من تشكل البلاك الذي يؤدي إلى التسوس في نهاية المطاف فإن الكربوهيدرات والسكر المستهلكة عادة ما تلتصق بميناء الأسنان ويمكن للبكتريا أن تتغذى على هذا الغذاء والسماح لها بالتكاثر بسرعة وعندما تتغذى البكتريا على السكر تعمل على تحويله إلى مخلفات حامضية التي تعمل على اضمحلال بنية السن ولا يمكن للإكسيليتول أن يتخمر عن طريق هذه البكتريا فتواجه البكتيريا صعوبة بالغة وهذا يساعد على منع على تكون البلاك.

3. **داء السكري:** مرضى السكري يعانون من صعوبة في تنظيم مستوى السكر في الدم عن طريق الحد من تناولهم للسكر وتناول المحليات الصناعية يمكنهم الاستمتاع بنظام غذائي متنوع مع تحكم بالسكر المتناول، بعض بدائل السكر تعطي طاقة ولكن تستتقلب ببطء أكثر مما يسمح لمستوى السكر في الدم أن يبقى في حالة مستقرة مع مرور الوقت.

4. **انخفاض مستوى السكر في الدم:** الأشخاص المصابين برد فعل نقص السكر في الدم ينتجون كمية فائضة من الأنسولين بعد امتصاص الكلوكوز بسرعة في مجرى الدم وهذا يؤدي إلى هبوط مستوى السكر في الدم إلى كمية أقل من المطلوبة للجسم السليم ووظائف الدماغ ونتيجة لذلك مثل مرضى السكري يجب أن يبتعدو عن الاغذية ذات المؤشر الكلايسمي المرتفع مثل الخبز الأبيض وعادة ما يتم اختيار المحليات الصناعية كبديل لذلك ويمكن تجنب الأطعمة المصنعة لان بعض الأشخاص يمكن أن يختاروا البدائل لتحل محل السكر الأبيض مع سكريات معالجة بشكل طفيف مثل شراب الفواكه كما إن العديد من بدائل السكر أرخص من

السكر فالمحليات الصناعية عادة ما تكون أقل تكلفة لأن لها مدة صلاحية طويلة الأمد مع كثافة عالية من التحلية وهذا يسمح لبدائل المحليات أن تستعمل في المنتجات التي لن تنتهي صلاحيتها بعد فترة قصيرة من الزمن.

استخدام المحليات الصناعية في صناعة الأغذية

تزداد عملية استبدال السكر أو شراب الذرة في صناعة الغذاء والمشروبات بالمحليات الصناعية في نطاق من المنتجات التي يستخدم فيها السكر بشكل تقليدي ويعتبر الاسبرتام المحلي الصناعي الأكثر شهرة حالياً في الصناعة الغذائية ومع ذلك قد يحل السكرالوز بدلا منه، بعض الأغذية التي يشيع استهلاكها مع المحليات البديلة هي المشروبات الغازية الخالية من السكر والحبوب والحلويات الخالية من السكر مثل المثلجات ويمكن استعمال المحليات البديلة في العديد من المنتجات نظرا لخصائصها بانخفاض السعرات الحرارية فيها لمن هم حذرون لتناولهم للسكر ويمكن للأشخاص المصابون بالسكري أن يستفيدوا بشكل كبير من بدائل المحليات التي لا تؤثر على مستوى السكر في الدم بشكل كبير وهذا يساعد على الحفاظ على مستوى منخفض من الأنسولين المستخدم في الجسم ومستوى السكر في الدم فالمحليات البديلة مثل زايليتول وسكرين لها العديد من النتائج الإيجابية التي أظهرت جودتها في منع تسوس الأسنان ويمكن لصانعي المشروبات على خفض كمية شراب الذرة المحلي والذي يحتوي على نسبة عالية من الفركتوز والمحليات الأخرى غير الآمنة للاستهلاك اليومي وهذا هو السبب الذي يدفع المستهلكين بالحد منها معتبراً أن صانعي المشروبات بحاجة إلى تقديم خيارات صحية أكثر للمستهلكين.

الفصل السادس

تأثيرات المحليات

تأثيرات المحليات

ان تناول السكريات بشكل مرتفع يسهم في الاصابة بالسمنة وأمراض القلب والاوعية الدموية والسكري من النوع الثاني ويجب ان لا يزيد استهلك السكريات المضافة 100 سعرة حرارية يوميا للنساء و150 سعرة حرارية للرجال اذا اراد المستهلك عدم رفع احتمال الاصابة بالأمراض السابقة ومن المشاكل الاخرى التي تسببها الاغذية والاشربة المحلاة انها تحل بدل استهلاك الاطعمة الغذائية مما يؤدي الى ظهور مستويات من سوء التغذية بعدم استهلاك الشخص للمستويات الكافية من الفيتامينات والمعادن والالياف والبروتينات، فالسكر الأبيض والأغذية التي تحويه عندما يكون السكر في حالته الطبيعية غير المصنع فهو جيد مثل قصب السكر فتناوله وأكله فهو جيد ولكن المشكلة تبدأ عند معالجته وتصنيعه حيث يفقد السكر الألياف والفيتامينات والمعادن النافعة والنادرة والتي يسهل تناول كمية عالية من السكريات المصنعة والضارة حيث ان معدل ما يتناوله الشخص البالغ حوالي 1 كيلو من السكر أسبوعياً وعلى أشكال عديدة وقد لا تظهر لنا اثناء الأكل أو الشرب فالسكر المكرر خالٍ من السعرات وليس له قيمة غذائية والحقيقة أنه يتداخل مع أيض الأغذية ويحولها إلى عسرة الهضم وتقلل فقدان الوزن كلما نأكل فإن الجسم إما أن يحرق هذه الأغذية ويعطي الطاقة أو انه يخزنها على شكل دهون وهذا مما يجعل كمية أعلى من الأنسولين تفرز والدهون المخزنة لا يحصل لها تكسر إلى جزيئات أقل لذلك فإن تناول السكر يعزز إفراز الأنسولين ويعزز تخزين الدهون وقد وجد أن السكريات تؤثر على مقدرة الجسم لمقاومة الأمراض والعدوى ويقلل من مقدرة كريات الدم البيضاء من اضعاف البكتريا والقضاء عليها والسكريات يمكن أن تضعف جهاز مناعة الجسم لمقاومة العدوى والأمراض الجرثومية لذلك يجب إبعاد الجسم عن تناول الأغذية السكرية المصنعة فلا يجب إضافة السكر إلى الشاي أو إضافته للعصائر أو الأغذية الصباحية مثل النخالة أو الشيكولاته أو الفواكه المعبأة في علب معدنية أو كرتونية والشربة الحلوة أو المعجنات أو منتجات الألبان أو الصلصة، ان فواكه الألبان

قد تحوي ثماني ملاعق صغيرة سكرا حتى معاجين الأسنان تحتوي على السكر وقد يضاف السكر أو أحد محتوياته لعبوة الأكل ولا يذكر ذلك ضمن محتويات الملصق أو المكونات اي نهاية تذكر ose معناها سكر أو احد محتوياته مثل فركتوز معناها سكر الفواكه أو كلوكوز سكر العنب وهو السكر الموجود في الدم وله فعل سريع والدكستروز وهو سكر الذرة ويشبه كيميائياً سكر الكلوكوز- اللاكتوز أو سكر الحليب، سكر المالتوز وهو مصنع من النشا ، السكروز وهو السكر المستعمل كثيراً في المنازل وهو مصنع من قصب السكر أو من البنجر فإذا أردت أن تستبدل السكر الصناعي أو اذا أردت أن تمتنع عن السكر الصناعي فهذا العمل يقود إلى الأغذية الصحية والخالية من المواد الكيميائية وهذا صعب تحمله في البداية ولكن مع مرور الوقت يعتاد على ذلك وبإلامكان التعود على ترك السكر أو التحلية الغذائية الضارة وعند التعود على ذلك تكون قد اخذت العادة النافعة بترك السكر الأبيض المصنع واستبداله بالبطاطا الحلو او الجزر الأبيض استعمال العسل بكميات قليلة أو سكر الأشربة في تحلية الأغذية أو استعمال الرز البني الأسمر أو سكر الشعير وهي سكريات صحية وممكن التعود على استعمالها وهي لا ترفع سكر الدم كثيراً ولا تجعله يتذبذب، اذا كان الغذاء أو المشروب كتب عليه انه يحتوي على سكر منخفض أو قليل السعرات فإن ذلك عادةً يكون محتوياً على سكر كيميائي أو سكر التحلية مثل الأسبارتام وسكر التحلية يكون في العادة متواجدا في بعض الأغذية المسلية أو التسالي أو في الأيس كريم المثلج أو في الصلصة أو في التوابل حتى بعض في الأدوية الصيدلانية فإنها تحوي سكريات محلية مصنعة وقد يؤدي تناول المحليات الصناعية الى زيادة في الوزن، صداع، انتفاخ، اسهال، ميل للقيء، حكة جلدية، طفح جلدي، كحة، آلام بالصدر، دوخة، حكة بالعين، توتر وغضب، تقلبات بالمزاج، اكتئاب، وخز أو تنميل في الارجل أو الايدي، زغللة بالعين، صعوبة بالتنفس، ضمور غدة التيموس، خللا في جهاز المناعة، تضخم الكبد والكلية بالاضافة إلى المشاكل الصحية مثل تضخم القولون وتأثيرات سمية كبدية وكلوية على المدى الطويل لأنه يؤثر سلبيا في الجهاز العصبي والمناعي بعد عقود من استخدامها وانها لا تسبب الاورام مباشرة بل قد يزيد من

احتمالية الاصابة بها لذا فان مثل هذه المحليات الصناعي وكمادة مضافة لا يستحق المغامرة في تناولها ويجب الحذر من الاغذية والادوية التي تحتوي عليها

تأثير على الصفات الكيميائية للعصائر

منذ عام 1950م استخدمت المشروبات الخفيفة بنسبة عالية حيث وصلت نسبة المستهلكين إلى 49% ونتيجة لزيادة الاستهلاك فقد بدأت تسبب مشاكل غير مرغوب فيها وخاصة تسوس الأسنان نظراً لاحتوائها على نسبة كبيرة من السكر ولذا كان الاتجاه منذ ذلك الوقت للبحث عن المحليات الصناعية لاستخدامها في المشروبات الخفيفة الذي تكسب الأغذية صفات نكهة وقوام مختلفة مقارنة بالكربوهيدرات وتستخدم هذه المحليات بتركيبات مختلفة في أغذية مرضى السكر بالإضافة إلى أنها تزيد من استهلاك الأغذية منخفضة الطاقة والمشروبات التي تحتوي عليها فالأسبارتام يستخدم في التصنيع الغذائي في عدة منتجات منها أقراص محلية، منتجات منخفضة الطاقة مثل المشروبات والمربى والجلي والعلك والآيس كريم والألبان المثلجة والحلويات وفي الشيكولاتة الساخنة وأنواع حشوات الفطائر وفي النعناع وهو غطاء جيد لأنواع كثيرة من الفيتامينات ويجب أن يتوفر في المحليات الصناعية بعض الشروط حتى يمكن استخدامها في الأغذية بأن تماثل درجة حلاوتها على الأقل درجة حلاوة السكروز وأن تكون عديمة اللون والرائحة وأن يكون مذاقها وطعمها مقبولاً وأن تذوب في الماء بسهولة وغير نشطة فسيولوجياً فإنَ ثبات الأسبارتام في المنتجات الغذائية المضاف إليها هو أول ما يؤخذ في الاعتبار من قبل المتخصصين في تكنولوجيا الأغذية فهو ثابت تحت مختلف ظروف الإنتاج وهناك الكثير من الشركات التي توسعت في إنتاج الأغذية والمشروبات قليلة السعرات والأغذية الخاصة لمرضى السكر وبناءا عليه فإن استهلاك المواد الغذائية ذات السعرات المنخفضة وكذلك المشروبات التي تحتوي على بدائل السكريات سوف تلقى طلباً أكثر باعتبار أن العصائر المنتجة الأكثر رواجاً في العالم فأن التحلية بالأسبارتام كمحلي للعصائر بدون تأثير على القيمة الغذائية وأن عملية التحلية بالأسبارتام منفرداً أو مخلوطاً مع السكروز

أدت إلى تقليل الفاقد من حامض الأسكوربيك في العصائر وخاصة في عصائر البرتقال وربما يرجع ذلك إلى أن المحليات تعمل على حماية العصائر من استقبال الأوكسجين وبالتالي المحافظة على حامض الأسكوربيك من الاكسدة حيث أن حامض الأسكوربيك في مشروب المشمش والفراولة المحلى بالمحليات الصناعية أعلى من المحلاة بالسكروز.

التأثير على الوزن

تتميز المحليات الصناعية وأكثرها انتشاراً الاسبارتام بأنها اقل احتواء على السعرات الحرارية من السكر الطبيعي وهما يعني إنها تساعد على تقليل الطاقة الداخلة الى الجسم وبالتالي تقليل الوزن فالمحليات الصناعية والمعروفة بالمحليات غير الغذائية قد تساعد الأشخاص في الوصول الى وزن الجسم المطلوب والحفاظ على الوزن الصحي للجسم ولكن على الاشخاص عدم التعويض عن ذلك بتناول أطعمة ذات سعرات حرارية عالية ومثال على التعويض طلب مشروب غازي ذات سعرات حرارية قليلة مع قطعة كبيرة من حلوى الشيكولاته فأن استخدام المحليات الصناعية يؤدي إلى زيادة الوزن كما أنه يحفز الشهية وبما أن السعرات الحرارية المكتسبة من المحليات الصناعية لا تمد الجسم فعليا بطاقة كبيرة فقد يؤدي إلى تناول المزيد من الطعام دون الشعور بالشبع كما أنها حلوة في مذاقها أكثر من السكر 7 آلاف مرة وقد تجعل مستقبلات الذوق أقل حساسية وبالتالي فإن جل ما ينتج عن استخدام هذه المحليات هو زيادة في الشهية وإفراط في تناول الطعام فبعض الناس وخاصة النساء يعتقدون أن المحليات في غذائهم لها دور في تخفيف الوزن وهذا غير صحيح لأن بعض الذين يستعملون المحليات في غذائهم يزدادون في الوزن لأن هذه المحليات تفتح الشهية للأكل بكثرة، فالأسبارتام حلاوته 180 مرة أكثر من حلاوة السكر الأبيض ولذلك يؤدي الى زيادة ومشاكل في الوزن لأن سبب زيادة الوزن هو زيادة الشهية للطعام العادي أي أن سكر الحمية قد فتح الشهيّة لتناول المزيد من الطعام.

التأثير على داء السكر

ان استخدام مرضى السكري للمحليات الصناعية بالأطعمة أو المشروبات قد يساعد في التحكم بمستوى الكلوكوز اذا استخدمت بشكل مناسبولتجنب ارتفاع السكر في الدم يجب تجنب الكربوهيدرات المصنعة وخاصة الطحين الأبيض والسكر الأبيض المصنع مثل الكيك والبسكويت والمعجنات والخبز الأبيض والمشروبات الغازية ويجب تجنب الشاي المحلى بالسكر أو القهوة الحلوة حتى القهوة أو الشاي الخالي من الكافيين والمحتوي على السكر المصنع ويجب ترك التدخين وبالمقابل تناول الكربوهيدرات الطبيعية النافعة مثل الخبز المنتج من القمح أو النخالة، البطاطا الحلو، الرز الأسمر، الشعير والشوفان كما يجب تناول البروتينات النافعه مثل الأسماك، البيض، المكسرات، الحبوب والبذور، الفواكه أو العصيرات المخففة والطازجة والإفطار وجبة رئيسية فلا تهملها ويمكن تناول النخالة مع الحليب أو الخبز الكامل مفيد للصحة وتناول عدة وجبات يومياً بكميات صغيرة أو متوسطة مفيد للصحة مثلاً تناول وجبه كل ثلاث ساعات، تناول شاهي الأعشاب مفيد أو شاهي الفواكه أن الطعم الحلو الناتج عن المحليات الصناعية يستحث استجابة الأنسولين ويؤدي افراز الانسولين إلى تخزين سكر الدم في أنسجة الجسم بما في ذلك الدهون في حالة وجود استجابة إلى المحليات الصناعية لأن مستوى السكر في الدم لا تتم زيادته وهذا يمكن أن يزيد من هبوط السكر في الدم أو أن يزيد من مستوى الانسولين في الدم ويزيد من كمية تناول الطعام في وقت الوجبة التالية.

التأثير على المشروبات الغازية

عندما ما تكون المياه الغازية مليئة بالسعرات الحرارية والكافيين وشراب الذرة عالي الفركتوز وبالتالي فإن شرب كميات كبيرة منها قد يزيد من خطر الإصابة بمرض المتلازمة الأيضية، داء السكري من النوع 2– وتسوس الأسنان أما بالنسبة للمياه الغازية قليلة السعرات الحرارية فإنها مصنوعة من المحليات الصناعية مما قد

يزيد من الشهية للطعام ويمكن أن تؤدي كميات ثاني أوكسيد الكربون المذابة في المياه الغازية والمحليات الصناعية الموجودة فيها إلى الإصابة بالانتفاخ والتجشؤ وامتلاء البطن بالغازات الزائدة وبالتالي فإن الحد من استهلاك المياه الغازية والمحليات سيعمل على تحسين بعض هذه الأعراض المزعجة.

التأثير على الجسم

المحليات تسبب مشاكل للجلد مثل الطفح الجلدي والأرتيكاريا والإكثار من هذه المحليات تسبب مشاكل صحية كثيرة منها إصابة الانسان بأورام في المخ، لها دور في التشنجات، موجات من الصرع والصداع، مشاكل العيون، غثيان وتقيؤ، الصداع النصفي، وزغللة في العين وضعف الرؤية والعمى، اضطرابات معوية، الدوخة، الشقيقة، تشوهات الاطفال، صعوبات التعلم، الاصابة بالسكري، ضعف مناعة الجسم، له الاحساس بالأرجل، ضعف الذاكرة والزهايمر، العقم وحتى السرطان، ورغم ذلك فهي لا تزال تستخدم في العديد من الأغذية والأسبارتام يطلق ثلاث مواد خلال الهضم لها دور سيء على الصحه وهي ان الميثانول يتحول الى فورمالدهيد وهي مادة لها خطورتها وسمية على الجسم وتواجد الأحماض الأمينية وحامض الاسبارتك وفينايل الأنين وهي من مكونات البروتين الأساسية وهي تستهلك بكمية قليلة مع باقي الأحماض الأمينية وفي حالة استعمال الأسبارتام فإن كمية الفينايل الأنين والأسبارتك تزيد في الدم وتؤثر على المخ وهذه المحليات تسبب التعود والأشخاص الذين يستخدمون أربع علب من المياه الغازية الدايت كل يوم أو الذين يأكلون العلكة والتي تحوي مواد محلية يصعب عليهم التخلي عن هذه المنتجات المحتوية على السكريات الصناعية المحلية لا تحدث سمية الميثانول عندما يتم تناول الميثانول بكميات كبيرة بما يكفي لتطغى على قدرة الجسم على التعامل معها وتعتبر كمية مادة الميثانول التي تنتجها عملية الهضم من الأسبارتام صغيرة للغاية وفي الواقع تنتج عملية الهضم من كوب واحد من عصير الطماطة ميثانول ست مرات أكثر من الناتج من هضم الحجم من الشراب المحلى بالأسبارتام والنصيحة هي ترك هذه المحليات الصناعية وقراءة

الملصقات التي تكون على المنتج الغذائي واذا وجد أحد المواد المحلية فيجب تركه وعدم استخدامه ويعاني كثيراً من لديهم حساسية من مشتقات السلفا من السكارين كمحلى صناعي أو في الادوية المختلفة في صورة اعراض كثيرة مثل صداع، صعوبات في التنفس، أعراض جلدية وحكة جلدية وتحسس ضوئي واسهال.

التأثير على الحالة النفسية

الأسبارتام يؤدي الى تذبذب في المزاج والى الاكتئاب لذلك فهو يغير كيميائياً المخ وخاصة السيرتونين والأسبارتام من الأفضل تجنب استعماله وخطورتها على الصحة بالإضافة إلى تأثيره على مزاج الشخص والاكتئاب وفقدان الذاكرة.

التأثير على الحمل

تحاول العديد من السيدات تجنب المحليات الصناعية خلال فترة الحمل وذلك تخوفا من تأثيرها على الجنين خاصة مع انتشار الاعتقاد بأنها قد تصيب الجنين بتشوهات خلقية وأن مثل هذه المواد لا تأثير ها على صحة الجنين إذا ما كانت نوعية السكر الصناعي المستخدم في المنتج الغذائي مدرج على القائمة المصرح باستخدامها عالمياً من قبل الهيئة العامة للغذاء والدواء ولكن هذه الأطعمة لا تعوض الأغذية الصحية والضرورية لصحة الحامل وجنينها خاصة منها الحليب الخالي من الدسم واللبن الخالي من الدسم وعصائر الفواكه الطبيعية التي تزودها بكمية كبيرة من الفيتامينات والمعادن المواد الهامة لها ولطفلها، فأنه بإمكان النساء الحوامل أو اللواتي يقمن بالرضاعة الطبيعية استخدام الأسبارتام بأمان وتمثل السعرات الحرارية الكافية أثناء الحمل والرضاعة الطبيعية أهمية خاصة يجب أن تأتي السعرات الحرارية من الأطعمة التي تسهم في تلبية الاحتياجات الغذائية بدلاً من الأغذية الفقيرة بالعناصر المغذية ويمكن لمجموعة متنوعة من الأطعمة والمشروبات المحلاة بالأسبارتام

المساعدة في تلبية ذوق المرأة الحامل للحلوى دون إضافة المزيد من السعرات مما يترك مجالاً لمزيد من الأطعمة المغذية.

تاثيرات الستيفيا

الستيفيا Stevia عشبة عطرية شديدة الحلاوة لها خصائص تغذوية وعلاجية مذهلة وهي مادة آمنة مقارنة بالمحليات الصناعية المتوفرة بالاسواق لمن يبحثون عن الرشاقة ومرضى السكري فهي لا تمد الجسم بأي سعرات حرارية ولها طعمها المميز فيه القليل من المرارة ويشبه طعم عرق السوس وكلما كانت من النوع الجيد قلت المرارة فيها وحلاوتها لا تشبه حلاوة السكر العادي أو السكر الصناعي ولكنها مقبولة ويتعود الانسان على طعمها كما انها غنية بالعناصر المغذية مثل البروتين والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والصوديوم والمغنيسيوم والزنك والنياسين وفيتامينC,A وتستخدم في التحلية وكمشروب مقوي ومهضم وكعلاج موضعي للجروح ومفيدة لمرضى السكري من النوع -2 ومرضى ضغط الدم ولا تسبب مشاكل صحية وتستخدم عند درجات عالية كما في الطبخ والخبيز ولها فوائد علاجية عديدة انها تحسن المزاج وتنشط الذهن وتوقده وتمد الجسم بالطاقة، تضبط مستوى السكر الزائد أو المنخفض إلى معدلاتهما الطبيعية، تضبط ضغط الدم والنبض إلى معدلاتهما الطبيعية، تحفز جهاز المناعة ومضادة للميكروبات كالفيروسات والبكتريا والخمائر، مضادة للالتهابات وتحتوي على مضادات للاكسدة فتحمي من الشيخوخة والسرطان، مضادة لتصلب الشرايين، تساعد الهضم وتقلل من الحموضة والانتفاخ، تحسن الدورة الدموية ومدرة للبول، تقلل الرغبة في التدخين وتناول المشروبات الكحولية، تعالج التهابات الجلد والاكزيما، توازن الستيفيا مستويات السكر في الدم فتحافظ على ثبات تدفق الطاقة وعند تناول الستيفيا بانتظام فإنها تحافظ على المستوي الطبيعي لسكر الدم لإنها تحسن من إنتاج وتعامل الجسم مع الانسولين على عكس السكر العادي الذي يؤدي تناوله إلى ارتفاع مستوى السكر في الدم يتلوه إنخفاض في مستواه بعد هضم السكر ثم الشعور بالرغبة في تناول المزيد منه، تؤدي إلى شد

البشرة وتخفيف التجاعيد وإزالة حب الشباب والشوائب من البشرة عندما تغطي بشرة الوجه بمستخلص اوراق الستيفيا وتركه يجف لمدة 30 -60 دقيقة ثم شطفه بالماء ومفيدة لصحة الشعر وفروة الرأس وذلك بإضافة محلول الستيفيا المركز إلى الشامبو أو تخفيفه بالماء ودعك فروة الرأس به ثم إزالته بالماء بعد بضع دقائق، تستخدم العشبة موضعياً في علاج الجروح ولدغ الحشرات وتخفف الالم وتزيد من سرعة التئام الجروح واختفاء اثرها وتحسن صحة الفم والاسنان لأنها تقتل البكتيريا وتحد من تكون اللويحات السنية على الاسنان عند اضافة محلول مركز من اوراق الستيفيا إلى معجون الاسنان او تخفيفه واستخدامه كغسول للفم من الآثار الجانبية لها انها قد تسبب الحساسية لبعض الاشخاص وتناول جرعات كبيرة جدا من الستيفيا يسبب انخفاض ضغط الدم ولم يثبت تورط الستيفيا في أي مشاكل صحية أو أثناء الحمل أو تشوهات بالأجنة.

تأثير السكرالوز

يشبه السكر العادي\السكروز فأن الكلور الموجود بالسكرالوز يشبه الكلور الموجود بملح الطعام ولكن في الحقيقة أن تناول السكرالوز يشبه تناول المبيدات الحشرية الكلورينية الخطيرة مثل DDT التي يتم تخزينها في شحوم الجسم وتسبب السرطان وغيره وتكمن خطورة السكرالوز في احتوائه على الكلور لأنه يعتبر في هذه الحالة مسرطن ويستخدم الكلور في الغازات السامة والمطهرات والمبيدات الحشرية والبلاستيك أما الكلور الموجود في ملح الطعام فيتعامل معه الجسم بآليات مختلفة لإخراجه.

الفصل السابع

أيض المحليات

ايض المحليات

دور الأعضاء في ايض المحليات

1. دور الكبد في ايض المحليات: الكبد هو مخزن الكلايكوجين ويصل مستواه في الكبد من 5 –10% من وزنه وهو يساهم في تخليق الكلايكوجين Glycogenesis والكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis انحلال الكلايكوجين Glycogenolysis انحلال السكر Glycolysis ودورة حامض الستريك ومسلك أو تحويله فوسفيت السكر الخماسي وتكوين الدهون من المواد الكربوهيدراتية Liponeogenesis وتخليق السكريات المتعددة المخاطMucopolysaccharides واللبيدات الكربوهيدراتيةGlycolipids والبروتينات الكربوهيدراتية Glycoproteins يحافظ الكبد على المستوى الطبيعي لسكر الدم من خلال الموازنة بين تخليق الكلايكوجين وانحلال الكلايكوجين المشترك مع تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية عندما يرتفع مستوى الكلوكوز في الدم فأن تخليق الكلايكوجين في الكبد يزداد مما يسبب نزع اكبر كميه من الكلوكوز من الدم والذي يخزن في الكبد بشكل كلايكوجين ويقوم الكبد بنزع الكلوكوز من الدم فقط عندما يكون مستوى الكلوكوز في الدم مرتفع وليست عندما يكون منخفض لان إنزيم Glucokinase هو إنزيم مفسفر لسكرالكلوكوز الموجود في الكبد والذي يملك ثابت مكلس مرتفع للكلوكوز أي ألفة قليلة من قيم ثابت مكلس لإنزيم Hexokinase في العضلات وهو فعال فقط في تركيز مرتفع من الكلوكوز ارتفاع مستوى السكر في الدم يزيد من نشاط Glucokinase,Glycogen synthetase في الكبد مما يزيد من تخليق الكلايكوجين في الكبد المستوى المرتفع من الكلايكوجين يحتاج تثبيط مرتدFeed Back Inhibition لإنزيم Glycogen synthetase الكبدي من احتياجه لتثبيط مناظر العضلات لان الكبد يستمر في إزالة الكلوكوز من الدم حتى عندما يكون تركيز الكلايكوجين

في الكبد مرتفع اكثر من 10% من وزن الكبد، حيث يقوم الكبد بوقف نزع كلوكوز الدم وتخزينه لتجهيز الأنسجة خارج الكبد عندما ينخفض مستوى الكلوكوز في الدم انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم يحفزعملية تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وانحلال الكلايكوجين مما يزيد من مستوى الكلوكوز في الدم بواسطة الكبد الانخفاض في كلوكوز الدم يحفز إفراز الابنفرين الذي يزيد من فسفرة Glycogen phosphorylase و Glycogen ynthetase الذي تحفز إنزيم الفوسفوريليز لزيادة انحلال الكلايكوجين وعدم نشاط إنزيم التخليق Synthetas لخفض تكوين الكلايكوجين في الكبد من ناحية أخرى فأن الأنسولين المفروز بسبب ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم مما يؤدي إلى فسفرة الإنزيمات في الكبد عدم تنشيط Glycogen phosphorylase ناتج عن انخفاض انحلال الكلايكوجين وجود كميات كبيرة من glucose-6- phosphatase في الكبد مقارنه مع انخفاض مستواه في العضلات والدماغ يضمن سعه قابلية عالية للكبد لانحلال الكلايكوجين الجوع والحرمان من الكربوهيدرات يحفز انحلال الكلايكوجين بسبب زيادة نشاط Glucose-6- phosphatase إلا انه يثبط نشاط Glucokinase وتخليق الكلايكوجين هذه العملية تساعد في إدامة السكر في الدم خلال ايض الكربوهيدرات وجود كمية عالية من الإنزيمات المخلقة للكلوكوز مثلPyruvate carboxylase، phosphatase, phosphoenol pyruvate carboxylase Glucose-6- في الكبد تجعله مهم في تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية، كذلك يزداد نشاط Pyruvate carboxylase بواسطة الخلات النشطة المستخدمة في الخلايا الكبدية بسبب الزيادة في أكسدة الأحماض الدهنية خلال مرض السكر أو الحرمان من الكربوهيدرات مما يؤدي ذلك إلى زيادة تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية ومن الإنزيمات الشائعة لتحليل الكربوهيدرات وتخليقها هو Aldolase A في العضلات والذي يماثله Aldolase B في الكبد الحرمان من الكربوهيدرات والمجاعة تزيد من نشاط الإنزيمات المخلقة

للكربوهيدرات مثل Pyruvatecarboxylase,Fructose diphosphatase , phosphoenol Pyruvate kinase, Pyruvate kinase ومنخفض نشاط الإنزيمات المحللة للكربوهيدرات مثل ,,Pyruvatekinase phosphoenolpyruvate kinase و glucokinase في الكبد انخفاض مستوى Fructose diphosphatase يزيد تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية ويرفع من العوامل المرتبطة مع تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية مثل ارتفاع مستوى Ala, ATP والذي تخفض ألفة Pyruvate kinase تجاه المادة الأساس في الكبد ويصاحب الارتفاع في تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية في الكبد وانخفاض في انحلال السكر في الكبد القابلية العالية لإنزيم FADase,glucose-6-phosphatase مع الألفة العالية لإنزيم AldolaseB تجاه المادة الأساس في الكبد يعطي هذه الأنسجة القابلية لتكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية.

2. **دور العضلات الهيكلية في ايض المحليات:** العضلات لا تضيف أي كلوكوز إلى الدم لان انحلال الكلايكوجين وتكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية لا يحدث في العضلات بسبب نقص Glucose-6-phosphatase والإنزيمات المخلقة للكلايكوجين الرئيسية، العضلات تسبب نزع كميات من الكلوكوز من الدم أما عن طريق تحويله إلى كلايكوجين بعملية تخليق الكلايكوجين أو عن طريق هدمه بواسطة انحلال السكر، تحتوي العضلات الهيكلية حوالي 5% كلايكوجين إلا أن محتوى الكلايكوجين الكلي في العضلات يشبه كلايكوجين الكبد يستمر تخليق الكلايكوجين في العضلات خلال انخفاض الكلوكوز في الدم بسبب Hexokinase II الذي هو مناظر Hexokinase في العضلات الذي يملك اقل ثابت مكلس لسكر الكلوكوز من Hexokinase في الكبد الذي يكون فعال حتى في تركيز منخفض من الكلوكوز يمكن تحوير نشاط Hexokinase II بواسطة عوامل مختلفة تساعد العضلات لزيادة أو انخفاض تخليق الكلايكوجين تحت الظروف العكسية يقل تخليق الكلايكوجين في

العضلات بسبب الانخفاض المرتد لإنزيمGlycogen synthetase عند زيادة محتوى كلايكوجين العضلات كما أن انخفاض ثابت مكلس لإنزيم Hexokinase II يحدد السعة للعضلات للسيطرة على تركيز السكر في الدم والذي يضمن تناول السكر بواسطة العضلات حتى ولو كان تركيز السكر في الدم منخفض العضلات هي أنسجة محللة للسكريات وقابليتها لاعادة أكسدة NADH مع إنتاج لاكتيت Lactate يعتمد على وجود مناظرات actate dehydrogenase في العضلات الذي يثبط جميع البيروفيت Pyruvate بسبب انحلال السكر كميات قليلة فقط من الاكتيت تتأكسد خلال دورة حامض الستريك في العضلات ومعظم اللاكتيت يتحرر في الدم وينقل إلى الكبد حيث تتأكسد خلال دورة حامض الستريك في العضلات والمتبقي يتحول إلى كلوكوز وكلايكوجين، الكلوكوز المتكون في الكبد يجهز العضلات من خلال الدم هذه الدورة تعرف بدورة كوري ومن الإنزيمات الشائعة لمسلك تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وانحلال السكر هي TDH,Aldolase الموجودة كما في مناظرات الإنزيمات في العضلات والذي يكون لها ألفه تجاه المادة الأساس وصفات حركية مناسبة لتفاعلات الهدم بصوره رئيسية في اتجاه انحلال السكر Aldolase A في العضلات يكون بخلاف Aldolase B في الكبد يملك اقل ثابت مكلس لإنزيم FADase من Triose phosphataseويحفز تحطيمFructose diphosphate لانحلال السكر بسرعة عالية من التفاعل العكسي هناك علاقة بين نشاط Glycogen synthetase, Glycogen phosphatase في الكبد الارتفاع في تركيز أيون الكالسيوم في العضلات ينشط إنزيم الفوسفوريليز كلايكوجين في العضلات لزيادة انحلال السكر ويخفض تخليق الكلايكوجين في العضلات بسبب تحفيز تحويل Synthetase I الأكثر فعاليه إلى Synthetase II الأقل فعالية.

3. **دور الكلى في ايض المحليات:** ارتفاع مستوى السكر في الدم لا يزيد من الدخول الكلوي للكلوكوز ويشار إلى أهمية الكلى في تحويل الكلوكوز بواسطة تأثيرات

إضافة Phlorhizin الذي يثبط Mutaratase وإنزيمات الفسفرة التاكسدية في القشرة الكظرية ويخفض إعادة الامتصاص الفعال للكلوكوز مما يؤدي ذلك إلى ظهور الكلوكوز في الإدرار حتى ولو كان مستوى الكلوكوز هو تحت الاحتياج الكلوي أو ما يسمى Renal glucosuria، وجود Glucose-6-phosphatase في القشرة الكلوية يجعلها قادرة على توزيع الكلوكوز إلى الدم بواسطة انحلال الكلايكوجين توزع الكلى كميات من الكلوكوز إلى الدم بواسطة تكوين الكلوكوز من مصادر كربوهيدراتية الإنزيمات الكلايكوجينية مثل Pyruvate carboxylase, Phosphoenol pyruvate carboxy kinase, FADase glucose-6-phosphatase، توجد بكميات كبيرة في الكلى بعض الإنزيمات الشائعة في تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وانحلال السكر الموجود بشكل متناظرات إنزيمية مثل Aldolase B مع صفات حركية مناسبة للتفاعلات التحفيزية تجاه تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية، انحلال السكر في الكلى يبدأ من الكلوكوز لأن الكلايكوجين منخفض في الكلى وتخليق الكلايكوجين واطئ بسبب انخفاض نشاط إنزيم تخليق الكلايكوجين Hexokinase I في الكلى ذو صفات حركيه وعوامل سيطرة مناسبة لإدامة انحلال السكر بسرعة أعلى أو اقل الانخفاض في الفركتوز ثنائي الفوسفيت بسبب زيادة تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية أو ارتفاع العوامل المرتبطة مع تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية مثلAla,ATP يمكن أن تسبب اختزال في انحلال السكر كلويا بواسطة خفض الألفة تجاه المادة الأساس لمناظر Pyruvate kinase في الأنسجة.

4. دور الهرمونات في ايض المحليات:

أ. هرمون كلوكاكون: هو هرمون بنكرياسي يزيد من مستوى السكر في الدم ويقلل من مستوى الكلايكوجين في الكبد ويسبب حدوث Glucosuria وهو يزيد من AMP الحلقي ذو التأثيرات التالية:

1. في خلايا الكبد ينشط Dephosphophosphorylase kinase الذي يسبب نشاط الكلايكوجين فوسفوريليز في الكبد وزيادة تحلل الكلايكوجين في الكبد.
2. الارتفاع في محتوى AMP الحلقي بسبب نشاط هرمون كلوكاكون الذي يحفز تخليق الإنزيات المخلقة للكلوكوز الرئيسية مثل Pyruvate carboxylase, FADase في الكبد والكلى وزيادة تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية من اللاكتيت والأحماض الأمينية.
3. ارتفاع AMP الحلقي يزيد من نشاط Glycogen synthetase kinase مما يؤدي إلى عدم نشاط إنزيم تخليق الكلايكوجين والخفاض في تخليق الكلايكوجين في الكبد.

ب. الأنسولين: هو هرمون البنكرياس الذي يخفض مستوى السكر في الدم وزيادة إفراز الهرمون ينتج انخفاض السكر في الدم Hypoglycemia وتشنج Convulsion وصدمة Shock أو ما يسمى ارتفاع الأنسولين Hyper insullinism وفشل إفراز الأنسولين ينتج مرض السكري مع ارتفاع مستوى الكلوكوز في الإدرار Glucosuria وزيادة الأجسام الكيتونية Ketosis كما أن ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم يزيد إفراز الأنسولين وكما أن الأنسولين يخفض مستوى السكر في الدم ويسبب ما يلي:

1. يزداد دخول الكلوكوز إلى الخلايا للأنسجة الدهنية كل أنواع العضلات والغدد اللبنية وليست إلى خلايا الكبد والكلى وكريات الدم الحمراء والمخاط المعوي.
2. يحفز تخليق الإنزيمات المحللة للسكر مثل Glucokinase, Hexokinase أو Phosphofructokinase لزيادة انحلال السكر ويحفز لمناظر الإنزيم Pyruvate kinase في الكبد والكلى والأنسجة الدهنية وليست العضلات وكبد الجنين.
3. يقلل من تخليق الكلوكوز من المصادر غير الكربوهيدراتية بسبب خفض تخليق إنزيمات الكلايكوجين مثل Fructose diphosphatase و PEP-carboxykinase و Pyruvate carboxylase
4. يزيد تخليق الدهن من المواد الكربوهيدراتية وخاصة الكلوكوز في الأنسجة الدهنية بسبب تحفيز تخليق إنزيم للسترات وتحفيز نشاطها على إنزيم الماليك وإنزيمات تحويلة الهكسوز أحادي الفوسفيت مثل إنزيمات Glucose-6-phosphate dehydrogenase,6-phosphoglycerate dehydrogenase لزيادة NADPH لتخليق الأحماض الدهنية.
5. الأنسولين يخفض انحلال الكلايكوجين في الكبد بواسطة تثبيط إنزيم Glucose-6-phosphatase.
6. يمكن زيادة تخليق الكلايكوجين من الكلوكوز بسبب زيادة نشاط إنزيم Glucokinase، Hexokinase II و Glycogen synthetase إلا أن تخليق الكلايكوجين من الفركتوز وايض الفركتوز لا يتغير بواسطة الأنسولين ولا يؤثر على Fructokinase.

ج. **هرمون الابنفرين:** يفرز من لب الادرينال خلال الشد مثل انخفاض الكلسيرول في الدم والبرد والتمارين الرياضية ويخفض تحرير الأنسولين من البنكرياس ويزيد مستوى الكلوكوز واللاكتيت في الدم وينشط Adenyl cyclase في الأغشية الخلوية في الكبد والعضلات ويسبب ارتفاع في cAMP الذي يحفز Glycogen phosphorylase مما يؤدي إلى زيادة انحلال السكر هذا الانخفاض في تخليق

الكلايكوجين في الكبد والعضلات بسبب زيادة نشاط Glycogen synthetase kinase الذي لا ينشط Glycogen synthetase الابنفرين يحفز إنزيمات تخليق الكلوكوز Fructose diphosphatase,Pyruvate carboxylase لزيادة تخليق الكلوكوز من المصادر غير الكربوهيدراتية.

د. **كلوكوكورتيكويدات Glucocorticoids**: هي هرمونات القشرة الأدرينالين مثل cortisol, Corticosterone وهي هرمونات مضادة للأنسولين في ارتفاع مستوى السكر في الدم وهي تساعد على إدامة كلايكوجين الكبد خلال الصيام Fasting، زيادة إفراز هذه الهرمونات في حالة أعراض كوشنك Cushing ينتج ارتفاعا في كلوكوز الدم، احتمال السكر المنخفض، وجود السكر في الإدرار Glucosuria، ارتفاع نتروجين الإدرار بينما نقص الهرمونات كما في حالة مرض اديسون يسبب انخفاض الكلوكوز في الدم hypoglycemia وزيادة الحساسية تجاه الأنسولين وانخفاض نتروجين الإدرار واحتمال ارتفاع السكر هذه الهرمونات تحفز تخليق إنزيمات الكلايكوجين مثل Pyruvate carboxylase, FDPase, carboxkinase وإنزيمات هدم البروتين مثل pyrrolase, Aminotransferase وزيادة تخليق الكلوكوز من المصادر غير الكربوهيدراتية وخاصة من الأحماض الأمينية وكذلك تزيد من الخلال الكلايكوجين في الكبد بسبب تحفيز تخليق Glucose -6-phosphatase وتساعد على تحفيز تخليق الكلايكوجين في الكبد وإدامة كلايكوجين الكبد بسبب زيادة نشاط Glycogen synthetase وخفض مجال الاستفادة من الكلوكوز في العضلات والجلد والأنسجة الدهنية بسبب توفر الأحماض الدهنية للأكسدة وذلك بسبب زيادة نشاط Lipase للأنسجة الدهنية الذي يحلل الدهن إلى أحماض دهنية انتقلها إلى الدم.

٥. **هرمون الكورتيكوستيرون Corticosterone**: وهو هرمون يزيد من تخليق Lactate dehydrogenase و aldolase.

و. **هرمونات الغدة الدرقية:** زيادة إفرازها يسبب مرض الذي يؤدي إلى ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم Hyperglycemia واحتمال السكر المنخفض بينما فقد هرمونات الغدة الدرقية يسبب انخفاض الكلوكوز في الدم Hypoglycemia، ودور هذه الهرمونات هو :

1. تزيد الامتصاص المعوي للكلوكوز.
2. تزيد من انحلال الكلايكوجين وتكوين الكلوكوز من المصادر غير الكربوهيدراتية بسبب زيادة نشاط إنزيمات Fructose diphosphatase, Triose phosphate dehydrogenase.
3. تحفيز تخليق الدهن من الكربوهيدرات بسبب تحفيز تخليق الإنزيم المشتق للسترات.
4. يزيد التأيروكسين من توفر NADPH لتخليق الأحماض الدهنية بسبب زيادة نشاط إنزيم الماليك و glucose-6-phosphate dehydrogenase.

ز. **هرمون النمو:** وهو هرمون الغدة النخامية الأمامية الذي له تأثير مسبب لمرض البول السكري والذي عندما يحقن يسبب ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم ووجود الكلوكوز في الإدرار وزيادة إفرازه يسبب العملقة Gigantism وغطم الأطراف Acromegaly أو حقنة يسبب ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم ويزيد من إنتاج الكلايكوجين في العضلات والكبد والقلب الذي يطلق عليها تأثير Glycostatic effect وهو يخفض إنزيمات انحلال السكر مما يزيد تناول السكر بواسطة خلايا الأنسجة ويزيد من انحلال الدهن Lipolysis في الأنسجة الدهنية بسبب زيادة نشاط إنزيم Lipase في الأنسجة الدهنية وزيادة توفر الأحماض الدهنية للايض مما يؤدي ذلك إلى هدم السكر كما يحفز إفراز هرمون كلوكاكون ويزيد بشكل غير مباشر انحلال الكلايكوجين وتكوين الكلوكوز من المصادر غير الكربوهيدراتية كما يخفض الاستفادة الداخلية من الكلوكوز ويزيد من مستوى الكلوكوز في الدم.

ح. **البرولاكتين Prolactin**: هرمون يفرز من الغدة النخامية الأمامية وله تأثير مشابه هد الكربوهيدرات.

ايض المحليات

يستفاد من المحليات كمصدر لانتاج الطاقة في الجسم وهي تساهم في تخليق البروتينات السكرية والبروتينات النووية واللبيدات السكرية والسكريات المتعددة المخاطية والنيوكلوتيدات، الأحماض النووية والمرافقات الإنزيمية الذي يمكن تخليقها في الجسم من السكريات السداسية إن بعض الكربوهيدرات يمكن تكوينها في الجسم من مصادر غير كربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية والكلسيرول واللاكتيت والبيروفت والبروبيونات ويتضمن انحلال السكر وانحلال الكلايكوجين glycogenolysis ومسلك فوسفيت السكر الخماسي Pentose phosphate pathway ومسلك حامض اليورونيك وهدم السكريات المتعددة كالكلايكوجين والنشا والسيليلوز والدكسترين وهدم السكريات الثنائية مثل اللاكتوز والسكروز والمالتوزوهدم السكريات الأحادية مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز وهدم السكريات الأمينية ومسلك كلايوكسيلبت بينما مسالك بناء الكربوهيدرات تتضمن تخليق الكلايكوجين وتخليق السكر من مصادر غير كربوهيدراتية والتركيب الضوئي وتخليق السكريات المتعددة مثل النشا والسيليلوز وتخليق السكريات الثنائية مثل اللاكتوز والسكروز والمالتوز وتخليق السكريات الأحادية مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز.

انحلال السكر Glycolysis: إن كلمة Glycolysis مشتقة من الكلمة الإغريقية Glycos ومعناها سكر sugar وكلمة Lysis ومعناها تحلل Dissolution أي هدم السكريات في سايتوسول الخلية وهي عملية لاهوائية وهي خطوة اساسية تحدث بدون الحاجة الى الاوكسجين وهو مسلك مهم لاستخلاص الطاقة من المكونات الغذائية وهي سلسلة من التفاعلات الذي تحول سكر الكلوكوز إلى

حامض عضوي بيروفيت Pyruvate مع إنتاج طاقة بشكلATP فأن سكر الكلوكوز هو الوقود الرئيسي لمعظم الأنسجة مثل الدماغ والخلال السكر جزء مهم من العمليات الايضية الهدمية الذي بواسطتها يحصل الجسم على الطاقة من الكربوهيدرات وهو عملية هدم أو أكسدة الكلوكوز أو المانوز أو الفركتوز أو الكالاكتوز أو الكلايكوجين بواسطة إنزيمات انحلال السكر الموجودة في السايتوبلازم وبعيدا عن الأوكسجين يتم انحلال الكلوكوز أو الكلايكوجين من خلال مسلك أمبيدين– مايرهوف لتكوين حامض بيروفيك ولاكتيك مع تحرير كمية من الطاقة بشكل ATP ففي الأحياء المجهرية وتحت الظروف الهوائية فإن انحلال السكر يعيق دورة حامض الستريك وسلسلة نقل الالكترونات الذي معا تستهلك معظم الطاقة الموجودة في الكلوكوز تحت الظروف الهوائية فأن البيروفيت يدخل المايتوكوندريا مما يتأكسد كليا إلى ثاني أوكسيد الكربون وماء وعندما يكون تجهيز الأوكسجين غير كافي كما هو الحال في العضلات المتقلصة الفعالية فأن البيروفيت يتحول إلى لاكتيت وفي بعض الأحياء المجهرية اللاهوائية كالخمائر فأن البيروفيت يتحول إلى ايثانول وان تكوين الايثانول والاكتيت من الكلوكوز هي أمثلة للتخمر والذي هو العملية المولدة للطاقة بشكلATP الذي فيها المركبات العضوية تعمل كواهبة\مانحة أو قابلة للالكترونات فالتخمر يحدث عند غياب الأوكسجين وهو يعني الحياة وهو مكون من مرحلتين هما الاولى تتضمن سلسلة من 5 تفاعلات فيها الكلوكوز يتحطم الى جزيئتين من كلسيرالديهايد-3- فوسفيت بينما في المرحلة الثانية تتحول 5 تفاعلات الى جزيئتين من الكلسيرالديهايد-3- فوسفيت الى جزيئتين من البيروفيت، المرحلة الاولى تستهلك جزيئتين من ATP والمراحل الاخيرة من انحلال السكر ناتجة عن انتاج اربع جزيئات من ATP وصافي الشحنات هو 4-2 = 2 جزيئة منATP\مول من الكلوكوز جميع الإنزيمات اللازمة لانحلال السكر تقع في سايتوسول خلايا الأنسجة ولا تحتاج إلى أوكسجين\الأهوائيه في العضلات الهيكلية والقلبية والكبد، والفركتوز والكلايكوجين يجب أن تتحول أولا إلى مركبات وسطيه قابلة للاستفادة بواسطة مسالك انحلال السكر ويعتبر الكلوكوز–1 – فوسفيت

والفركتوز-6 - فوسفيت والفركتوز-1 ،6- ثنائي فوسفيت من السكريات الفوسفاتية الأساسية التي يجب تخليقها بالتسلسل في خلية الكائن الحي كما يأتي:

أ. **انحلال السكر في كريات الدم الحمراء:** انحلال سكر الكلوكوز هو المسلك المنتج للطاقة بصورة رئيسية في كريات الدم الحمراء الناضجة والذي تنتج أربع مجاميع فوسفيت مرتفعة الطاقة لكل جزيئة من الكلوكوز وهي خالية من الكلايكوجين والذي تستعمل الكلوكوز بدلا من الكلايكوجين لانحلال السكر حيث يصل الكلوكوز إلى كريات الدم الحمراء من البلازما وتدخل إليه دون أن يتأثر بالأنسولين خلال انحلال السكر حيث يتم هدم الكلوكوز بواسطة إنزيمات السايتوسول إلى لاكتيت إلا أن اللاكتيت لا يتأكسد في هذه الخلايا بسبب عدم تخصصها لدورة حامض الستريك مما يتحرر إلى الدم عندما تكون كريات الدم الحمراء قديمة.

ب. **انحلال السكر في الكلى:** يبدأ انحلال السكر في الكلى من الكلوكوز، لأن كمية الكلايكوجين منخفضة في الكلى، حيث إن تخليق الكلايكوجين منخفض نسبيا بسبب انخفاض نشاط إنزيم Glycogen synthetase.

ج. **انحلال السكر في كريات الدم البيضاء:** لا يمكن خزن الكلايكوجين في الكلى والدماغ والذي تتم فسفرة الكلوكوز بوجود ATP وانزيم هكسوكاينيز لتكوين كلوكوز-6- فوسفيت، يمكن تناول الكلوكوز بواسطة كريات الدم البيضاء من البلازما بواسطة نظام النقل الفعال ويمكن زيادة دخول الكلوكوز في كريات الدم البيضاء بواسطة الأنسولين ويمكن تحويل بعض الكلوكوز إلى كلايكوجين بعملية تخليق الكلايكوجين ثم هدم الكلوكوز والكلايكوجين جزئيا خلال مسلك فوسفيت السكر الخماسي وجزئيا بواسطة مسلك انحلال السكر.

د. **انحلال السكر في العضلات الهيكلية والقلبية:** مسلك أساسي لانتاج الطاقة في الظروف اللاهوائية الذي يساعد على توليد فوسفيت ذات طاقة عالية حيث أن حامض اللاكتيك الناتج بواسطة انحلال السكر يكون متعادل جزئيا بواسطة

الامونيا المتحررة من AMP بفعل Adenylate deaminase في العضلات ويمكن إيقاف انحلال السكر وانتاج اللاكتيت في العضلات عند استعمال ايوديت الخلات الذي يثبط سلفاهيدريل الإنزيم المناظر TDN في العضلات ويمكن استمرار تقلص العضلات لفترة طويلة طالما تتوفر فوسفيت الكرياتين لتوليد ATP حيث تتم فسفرة الكلايكوجين بوجود glycogen phosphorylase لتكوين كلوكوز-1- فوسفيت الذي يتحول الى كلوكوز-6- فوسفيت بواسطة phosphoglucomutase ويوجد انزيم كلايكوجين فوسفوريليز في العضلات بشكلين هما الفوسفوريليز الفعال من نوع a الذي يحمل سيرين منسفر في كل من الوحدات الفرعية الببتيدية الاربعة والفوسفوريليز غير الفعال من نوع b المركب من اثنان من الوحدات الفرعية الببتيدية والذي لا تحمل مجموعة فوسفيت على السيرين.

هـ. **انحلال السكر في الخلية ذات النواة الأولية:** يمكن إنتاج اثنان أو اكثر من مجاميع الفوسفيت ذات الطاقة العالية لكل 6 ذرات كربون.

مراحل انحلال السكر

يتم انحلال السكر في أربع مراحل أساسية هي مرحلة الفسفرة ومرحلة الانشطار ومرحلة الأكسدة ومرحلة الاختزال:

1. **مرحلة الفسفرة Phosphorylation:** ففي المرحلة الأولى من انحلال السكر يتحول الكلوكوز الى جزيئتين من كلسيرالديهايد-3- فوسفيت يث يتضمن مسلك انحلال السكر فسفرة الكلوكوز في ذرة الكربون السادسة اما بواسطة الهكسوكاينيز أو الكلوكوكاينيز ويحتاج مسلك انحلال السكر الى جزيئتين من ATP للبدء في التفاعلات واستلام اربع جزيئات من ATP.

أ. تكوين كلوكوز -6- فوسفيت: يحدث التفاعل في السايتوسول حيث تتم فسفرة الكلوكوز في ذرة الكربون السادسة اما بواسطة الهكسوكاينيز أو الكلوكوكاينيز وبوجود ATP لتكوين كلوكوز-6- فوسفيت عن طريق نقل مجموعة الفوسفوريل من ATP إلى مجموعة الهيدروكسيل في ذرة الكربون السادسة من الكلوكوز ويعمل Hexokinase على نقل مجموعة الفوسفوريل من ATP إلى السكريات السداسية ذرات الكربون في السكريات السداسية Hexoses الذي يحتاج لنشاطه أيونات المغنيسيوم والمنغنيز الذي تكون معقدات مع ATP هو ATP-Mg و ATP- Mn حيث يكون الكلوكوز-6- فوسفيت هو الصورة النشطة والفعالة في الجسم، انزيم hexokinase الذي يوجد في كل أنحاء الجسم مثل الكبد والعضلات والدماغ والأنسجة الدهنية هو إنزيم غير متخصص يعمل على فسفرة السكريات الأحادية D-Glucose و D-fructose و D-mannose بينما Glucokinase الذي يوجد في أنسجة الكبد فقط يكون متخصصا للكلوكوز فقط والذي يحفز من قبل هرمون الأنسولين حيث يعمل Hexokinase على تنظيم أو تحديد نسبة دخول الكلوكوز الحر في مسالك انحلال السكر، يزداد نشاط الإنزيم عند زيادة تركيز الكلوكوز في الدم لدرجه عالية أو عند الإصابة بمرض السكري، Hexokinase يحفز تحويل الكلوكوز إلى كلوكوز-6- فوسفيت مما يعجل انحلال السكر بينما يثبط الإنزيم بواسطة تركيز مرتفع من كلوكوز-6- فوسفيت حيث يمكن السيطرة على فسفرة الكلوكوز بالتثبيط المرتد Feed Back Inhibition أو يثبط بواسطة تركيز مرتفع من ATP والسترات وينشط بواسطة تركيز مرتفع من ADP,AMP وعندما يكون تركيز سكر الكلوكوز في الدم بحالته الطبيعية وهي 5 ملي مول/100 مل أو 100 ملغم/100مل تكون فعالية الإنزيم ضعيفة أو معدومة إلا أن الإنزيم ينشط عندما يزداد تركيز الكلوكوز في الدم عن 5 ملي مول/100 مل حيث تبلغ الفعالية القصوى للإنزيم عندما يزداد تركيز

الكلوكوز إلى 50 ملي مول/100 مل، فأن الأسبقية في عملية الفسفرة ستكون لإنزيم Hexokinase عندما يكون تركيز الكلوكوز في الدم بحدود 5 ملي مول/100 مل ليعمل على موازنة تجهيز خلايا الجسم بالمركبات الوسطية للعمليات الحياتية لانحلال السكر إلا انه عندما يزداد تركيز الكلوكوز في الدم عن5 ملي مول/100 مل بعد تناول وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات فأن Glucokinase يبدأ نشاطه تحت تأثير هرمون الأنسولين مما يعمل على تنظيم تركيز سكر الكلوكوز في الدم مما يبقى محافظ على معدله الطبيعي في الدم، ويلعب الكلوكوز –6- فوسفيت دوراً مهماً في ايض الكربوهيدرات عن طريق تخليق الكلايكوجين أو تكوين الكلوكوز من مصادر كربوهيدراتية أو انحلال السكر، يختلف الكلوكوز–6- فوسفيت عن الكلوكوز الحر بأن الكلوكوز–6- فوسفيت ليس له القابلية للنفاذ من خلال جدران الخلايا بينما الكلوكوز الحر له القابلية للنفاذ من داخل الخلية إلى خارجها وهذا السبب يمكن وجود الكلوكوز الحر داخل وخارج الخلايا بينما لا يوجد الكلوكوز –6- فوسفيت إلا في داخل الخلايا فقط لذلك فهو يتكون داخل الخلايا.

ب. تكوين فركتوز–6- فوسفيت: الخطوة الثانية من انحلال السكر هي حصول تحويل داخلي عكسي لمجموعة الكربونيل من الكلوكوز في ذرة الكربون الأولى إلى ذرة الكربون الثانية حيث يتحول من سكر الديهايدي Aldohexose إلى سكر كيتوني Ketohexose بوجود Glucose phosphate isomerase الذي يحتاج إلى أيونات المغنيسيوم والمنغنيز وهو إنزيم متخصص من خلال تكوين مركب وسطي Enediol phosphate، فأن اوكسجين الكربونيل في الكلوكوز–6- فوسفيت يتحول من ذرة الكربون الاولى الى الثانية أي تحويل الكلوكوز –6- فوسفيت الى كيتوز وهو فركتوز–6- فوسفيت وهذا التفاعل أساسي لسببين هما صعوبة الفسفرة في ذرة الكربون الاولى حيث تكون مجموعة الهيدروكسيل في الهيمياسيتال hemiacetal لسكر الكلوكوز اكثر صعوبة للفسفرة من مجموعة الهيدروكسيل الاولية كما يحصل تنشيط الكربون في الموقع

الثالث لتشقق في الخطوة الرابعة من انحلال السكر حيث تتحول حلقة البايرانوز السداسية الشكل في الكلوكوز-6- فوسفيت إلى حلقة فيورانوز خماسية الشكل من الفركتوز-6- فوسفيت، الانزيم مهم لدخول الفركتوز من خارج الخلية إلى داخلها أو تحويل الفركتوز إلى فركتوز-6- فوسفيت داخل الخلية، لذلك يكون الفركتوز اكثر كفاءه في العمليات الايضية من الكلوكوز بالنسبة للأشخاص المصابين بمرض البول السكري.

ج. **تكوين فركتوز-1، 6- ثنائي الفوسفيت:** فسفرة ذرة الكربون الاولى من الفركتوز -6- فوسفيت بواسطة نقل مجموعة الفوسفيت منATP بوجود phosphofructo kinase الذي يحتاج إلى أيون المغنيسيوم Mg –ATP لتكوين الفركتوز- 1، 6- ثنائي الفوسفيت وعملية فسفرة الفركتوز -6- فوسفيت نقطة سيطرة مهمة في مسلك انحلال السكر ويمكن تثبيط الإنزيم بواسطة تراكيز عالية منATP والسترات والأحماض الدهنية وينشط بواسطة ADP والفركتوز-6- فوسفيت لذلك يعجل نشاط الإنزيم عندما تستنفذ الخلية ما تحتويه من ATP مما يصبح ADP سائدا في الخلية ويحفز الانزيم الموجود في العضلات بواسطة مستوى عالي من AMP الحلقي.

2. **مرحلة الانشطار:**

تكوين كلسيرالديهايد-3- فوسفيت وثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت: تبدأ المرحلة الثانية من انحلال السكر مع تشقق الفركتوز 1، 6- ثنائي فوسفيت بوجود Aldolase A في العضلات لتكوين كلسيرالديهايد-3- فوسفيت وثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت ويعتبر كلسيرالديهايد-3- فوسفيت مسلك رئيسي ومباشر من انحلال السكر بينما ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت لا يكون مباشر ويمكن تحويل ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت إلى كلسيرالديهايد-3- فوسفيت بواسطة Triose phosphate isomerase ففي حالة التوازن يكون ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت حوالي 96% إلا انه يتحول بسرعة إلى كلسيرالديهايد-

3- فوسفيت وهناك ثلاث انزيمات من الالدوليز هيAldolase A الذي يوجد في عضلات الشباب وكبد الجنين ولا يحتاج إلى زنك أو حديد وهو اكثر فعاليه في تحفيز هدم الفركتوز ثنائي الفوسفيت إلى فوسفيت السكر الثلاثي ذرات الكربون اما Aldolase B يوجد في كبد وكلى الشباب وهو اكثر فعالية في تحفيز FAD من فوسفيت السكر الثلاثي ذرات الكربون من تحطيم الفركتوز ثنائي الفوسفيت وهو اكثر فعالية في تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وفي تكوين الكلايكوجين من الفركتوز، الشكلB اكثر آلفه لفوسفيت السكر الثلاثي ذرات الكربون من الفركتوز ثنائي الفوسفيت بينما الشكل A اكثر ألفه تجاه الفركتوز ثنائي الفوسفيت من فوسفيت السكر الثلاثي ذرات الكربون، Aldolase C يوجد في الدماغ وهو اكثر أهمية لانحلال السكر من تخليق الكلايكوجين أو الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وتختلف المتناظرات الثلاثة فيما بينها في صفاتها المناعية.

3. **مرحلة الأكسدة:** تتم أكسدة الكليسرالديهأيد -3- فوسفيت إلى 1، 3- ثنائي فوسفوكلسيريت 1,3-diphosphoglycerate عالي الطاقة بوجود 3-phospho glycerate dehydrogenase حيث إن مجموعة الفوسفيت عالية الطاقة تنتقل من الموقع الاول في 1,3-diphosphoglycerate إلىADP مما تكون 3- فوسفوكليسيريت بوجود phosphorglycerate kinase الذي يحفيز نقل مجموعة الفوسفوريل من أسيل فوسفيت في1، 3 – ثنائي فوسفوكلسيريت إلى ADP مما تؤدي إلى تكوين ATP و3- فوسفوكلسيريت حيث تتم أكسدة المجموعة الالديهادية إلى مجموعة كربوكسيل ويحصل تحويل 3- فوسفوكلسيريت الى 2- فوسفوكلسيريت بوجود إنزيم تحويل داخلي هو Phosphoglyceromutase الذي يحتاج إلى أيون المغنيسيوم عن طريق مركب وسطي هو 2، 3- ثنائي فوسفو كلسيريت والذي يتضمن نقل مجموعة الفوسفوريل من الموقع الثالث إلى الموقع الثاني لحامض الكلسيريك وبما إن جزيئة واحدة من الكلوكوز أعطت جزيئتين من1 ،3- ثنائي فوسفوكلسيريت والذي

بدورها تحول جزيئتين من ADP إلى ATP أي يحصل تكوين جزيئتين من ATP في الجسم ويعمل Enolase على نزع جزيئة ماء من 2- فوسفوكلسيريت لتكوين Phosphoenol pyruvate ذو الطاقة العالية ويحتاج الإنزيم إلى أيونات المغنيسيوم والمنغنيز والذي تكون مع الإنزيم مركب معقد قبل إن ترتبط مع المادة الأساس ثم يحفز انتقال مجموعة الفوسفيت ذات الطاقة العالية من فوسفواينول بيروفيت إلى ADP بوجود إنزيم بيروفيت كاينيز الذي يحتاج أيونات البوتاسيوم والمغنيسيوم والمنغنيز لتكوين حامض بيروفيك، أن جميع المركبات الوسطية لانحلال السكر الواقعة ما بين بداية دخول جزيئة الكلوكوز وتكوين حامض البيروفيك هي مركبات مفسفرة وتلعب مجاميع الفوسفيت الوظائف التالية:

- تعطي المركب شحنة سالبة مما تجعله غير قادر على اختراق الغشاء الخلوي.
- تعمل كعلامة دالة لتكوين معقد الإنزيم – المادة الأساس الذي يعمل عليها الإنزيم.
- يستفاد منها لتكوين ATP ذات المصدر الرئيسي للطاقة حلال عملية انحلال السكر.
- كمصدر للطاقة الناتجة عن انحلال السكر في العضلات.
- الطاقة المستهلكة لاعادة تخليق الكلوكوز في الكبد.

4. مرحلة الاختزال: وهي المرحلة الأخيرة من انحلال السكر والذي يختزل فيها حامض البيروفيك إلى حامض اللاكتيك بوجود Lactate dehydrogenase نتيجة لاكتسابه الهيدروجين الذي يحصل عليه من $NADH_2$ مما يتحول الى NAD^+ الذي يعيد العملية مرة ثانية وهي العملية التي لا تحدث بوجود الأوكسجين مما يكون الناتج النهائي هو حامض البيروفيك ويمتاز حامض البيروفيك بأن له القدرة على اختراق جدار الخلية مما يسهل ذلك انتقاله من مكان لاخر في الجسم ففي الظروف الطبيعية للخلية تتجمع كمية قليلة من حامض

اللاكتيك بداخلها بينما يتأكسد اغلب حامض البيروفيك بواسطة دورة حامض الستريك في المايتوكوندريا أما في حالة الإجهاد العضلي مثل الركض السريع لا يتم استنشاق كمية كافية من الأوكسجين مما يؤدي ذلك إلى حرمان العضلات العظمية منه لفتره قصيرة فلا تحصل أكسدة للكلوكوز ولكن يحصل تحويله إلى حامض اللاكتيك الذي يفرز إلى الدم ثم يتم التخلص منه عن طريق الكبد والذي يتأكسد حامض البيروفيك في الكبد إلى ماء وثاني أوكسيد الكربون أو يتحول إلى كلوكوز حر مرة ثانية، يتأكسد البيروفيت إلى خلات نشطة بواسطة Pyruvate dehydrogenase ومن ثم إلى غاز ثاني أوكسيد الكربون وماء بواسطة دورة حامض الستريك، وجود الأوكسجين يساعد على تحويل حامض البيروفيك إلى خلات نشطة Acetyl CoA بواسطة الفسفرة التأكسدية الذي تدخل دورة حامض الستريك ويمكن توضيح المسلك الإجمالي لتحويل سكر الكلوكوز إلى حامض البيروفيك وتفاعلات مسلك انحلال السكر.

تأثير باستور Pasteur effect: للخلايا القدرة على الايض في الظروف الهوائية وغير الهوائية للكلوكوز، انحلال السكر وانتاج اللاكتيت والذي يمكن خفضها بوجود الاوكسجين وسبب تأثير باستور هو:

1. يتم ايض البيروفيت بوجود الاوكسجين من خلال دورة حامض الستريك لانتاج كميات كبيرة من ATP كمركب وسطي والسترات وتعمل ATP,citrate على تثبيط phosphofructokinase تنظيميا لتقليل انحلال السكر.
2. يحتاج انحلال السكر الى Pi, لنشاط انزيم G-3-p dehydrogenase و ADP لانزيم phosphoglycerate kinase,pyruvate kinase وهذه الانزيمات تملك قيم Km عالية نسبيا للفوسفيت غير العضوي و ADP والذي تعمل فقط بتركيز عالي نسبيا بوجود الاوكسجين فأن كميات كبيرة من ADP,Pi ويمكن تحويلها الى ATP بواسطة الفسفرة التناكسدية في دورة حامض الستريك مما يقلل من توافر ADP,Pi للتفاعلات التحللية.

3. عند توفر الاوكسجين فأن NADH المتكونة خلال فعل G-3-p dehydrogenase تعاد اكسدته بواسطة انزيمات السلسلة التنفسية المايتوكوندرية والذي لا يمكنها ان تساهم في اختزال البيروفيت الى لاكتيت.

التخمر الميكروبي: تعمل البكتريا العصوية على تخمر الكلوكوز، اللاكتوز والسكروز لتكوين حامض اللاكتيك وتخمر الكلوكوز يتبع خطوات انحلال السكر وتعمل خميرة saccharomyces على تخمر الكلوكوز والمالتوز تحت ظروف لا هوائية لانتاج الايثانول وكميات قليلة من الكلسيرول والكحولات الاخرى بينما يعمل انزيم المالتيز على تحلل المالتوز الى كلوكوز الذي ينتج بيروفيت من خلال خطوات انحلال السكر الا ان غياب lactate dehydrogenase يمنع تكوين اللاكتيت في الخمائر وانزيم بيروفيت النازع للكربوكسيل أو ما يطلق عليه كاربوكسيليز الذي ينزع مجموعة الكربوكسيل في البيروفيت مما يحوله الى اسيتالديهايد بوجود $TPPMg^{+2}$، NADH المتكون بسبب اختزال NAD^+ بوجود انزيم كلسيرالديهايد – 3- النازع للهيدروجين تعاد اكسدته بواسطة نقل مكافئاته الاختزالية H^+,e الى اسيتالديهايد بوجود alcohol dehydrogenase الحاوي ايون الزنك مما يختزل الاسيتالديهايد الى ايثانول وقبل تكوين كمية كافية من الاسيتالديهايد أو عندما يرتبط الاسيتالديهايد بواسطةsodium bisulfite يتم نقل المكافئات الاختزالية لمركب NADH الى ثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت بوجود L-α-glycerophosphate dehydrogenase لانتاج الفا- كلسيروفوسفيت الذي يتحلل مائيا بواسطة الفوسفاتيز الى كلسيرول وعندما يكون الوسط قلوي فأن الاسيتالديهايد اما ان يتاكسد الى حامض الخليك بواسطة NAD^+ و aldehyde dehydrogenase أو يتفاعل مع جزيئة الديهايد أخرى لإنتاج الايثانول وحامض الخليك وتعمل الخمائر على تكثيف جزيئتين من الاسيتالديهايد بوجود carboligase,TPP لانتاج اسيتوين الذي يستعمل في اعادة اكسدة بعض

NADH بينما تعمل بكتريا حامض الخليك على تخمر سكر الكلوكوز الى استيالديهايد الا انها تاكسد الاسيتالديهايد الى حامض الخليك.

مصير البيروفيت: من منتجات انحلال السكريات هيالبيروفيت ATP, NADH, pyruvate حيث يعاد دوران NADH الى NAD^+ الذي تحدد انحلال السكر حيث ان NADHيعاد دورانها بواسطة المسالك الهوائية واللاهوائية وهي ناتجة في ايض البيروفيت وتحت الظروف الهوائية فأن البيروفيت يرسل الى دورة حامض الستريك حيث يتاكسد الى ثاني اوكسيد الكربون مع انتاج NADHاضافية وكذلك تحت الظروف الهوائية فأن NADH المنتجة في انحلال السكر ودورة حامض الستريك الذي تعاد اكسدتها الى NAD^+في سلسلة انتقال الالكترون المايتوكوندييرية التفاعلات المتسلسلة في انحلال السكر تحول سكر الكلوكوز الى حامض البيروفيك الذي يكون متشابها جدا في كل الاحياء وكل الانواع من الخلايا ومصير البيروفيت هو توليد الطاقة.

المسالك اللاهوائية للبيروفيت: تحت الظروف اللاهوائية فأن البيروفيت المنتج في انحلال السكر يختزل الى ايثانول في الخمائر بينما في الاحياء الاخرى وفي اللبائن يختزل الى لاكتيت واختزال البيروفيت يعيد اكسدة NADH المنتجة في تفاعل G-3-P dehydrogenase لانحلال السكر، ففي الخمائر فأن التخمر الكحولي هو خطوة ثانية في المسلك ويتم نزع مجموعة الكربوكسيل الى اسيتالديهايد بوجود pyruvate decarboxylase في تفاعل عكسي حيث يحتاج الانزيم الى الثيامين بيروفوسفيت كعامل مرافق للانزيم والخطوة الثانية هي اختزال الاسيتالديهايد الى ايثانول بواسطة NADH الذي تحفز بواطة alcohol dehydrogenase وفي اس هيدروجيني 7 يتحول الى ايثانول فالناتج النهائي من التخمر الكحولي هو ايثانول وثاني اوكسيد الكربون، التخمر الكحولي هو الاساس لتخمر سكر العنب في صناعة النبيذ، اللاكتيت المنتج بواسطة الاحياء المجهرية اللاهوائية خلال تخمر حامض اللاكتيك مسؤول عن

المذاق في الحليب الحامض والطعم المميز للهانة المتخمرة، وهناك طرق مختلفة لمصير البيروفين هي:

1. **تحويل البيروفيت الى الايثانول:** يتكون الايثانول من البيروفيت وذلك نتيجة نزع مجموعة الكربوكسيل من حامض البيروفيك وتحويلة الى اسيتالديهايد بوجود انزيم نزع مجموعة الكربوكسيل من حامض البيروفيك pyruvate decarboxylase او اختزال الاسيتالديهايد الى ايثانول بواسطة NADH وانزيم نزع الهيدروجين الكحولي alcohol dehydrogenase ان عملية تحويل الكلوكوز الى ايثانول تعرف التخمر الكحولي alcohol fermentation والذي تتم بمعزل عن الهواء فلا تظهر NAD^+ ولا NADH في التفاعل لأن NAD^+ الناتج عن اكسدة NADH ويكون الناتج النهائي للتخمر هو الايثانول وثاني اوكسيد الكربون ATP، الايثانول من المركبات المهمة غذائيا للعديد من اجناس اللبائن فقط والكبد هو العضو الرئيسي في اكسدة الايثانول و NAD^+ المتولدة تستخدم في مسلك انحلال السكر ويحتوي pyruvate decarboxylase على TPP كمرافق انزيمي كما يحتوي alcohol dehydrogenase على الزنك في الموقع الفعال.
2. **تحويل البيروفيت الى لاكتيت:** يحصل تحويل البيروفيت الى لاكتيت في عدد كبير من الكائنات الحية والحيوانات الراقية عند انخفاض محتوى الاوكسجين كما هو الحال في العضلات أو وجود نشاط عضلي عالي حيث يتم اختزال البيروفيت الى لاكتيت بواسطة NADH وانزيم نازع للهيدروجين من اللاكتيت lactate dehydrogenase هناك عدة متناظرات للانزيم النازع للهيدروجين فالانزيم H dehydrogenase الذي له ميل قليل نسبيا تجاه البيروفيت بينما M dehydrogenase له ميل شديد تجاه البيروفيت مما يسبب تحويله الى لاكتيت عندما يكون الكائن الحي في نشاط عضلي كبير فأن كمية الاوكسجين في العضلات تكون قليلة جدا بحيث لا يمكن ان تصل بسرعة الى المايتوكوندريا

لاكسدة NADH الناتج عن مسلك انحلال السكر وفي الكبد يتحول اللاكتيت الى بيروفيت ومن ثم الى كلوكوز بعمليةgluconeogenesis مما يسبب دخوت الكلوكوز مرة ثانية عن طريق الدم الى العضلات وتدعى هذه العملية بدورة كوري Cori cycle التي تسمح للعضلات بأن تؤدي وظيفتها بمعزل عن الهواء أو ما يطلق عليها دورة حامض اللاكتيك، تحصل تداخلات ايضية بين الاعضاء المختلفة في الجسم، حيث تؤدي التمارين الرياضية الى نقص الاوكسجين مما يجعل الظروف لا هوائية واحتياجات الطاقة يصاحبها زيادة مستويات انحلال السكر، وتحت هذه الظروف، فأن انحلال السكر يحول NAD^+ الى NADH بينما لايزال الاوكسجين غير متوفر لتوليد NAD^+عن طريق التنفس الخلوي مما تعاد اكسدة كميات كبيرة من NADH بواسطة اختزال البيروفيت الى لاكتيت حيث يمكن نقل اللاكتيت المنتج من العضلات الى الكبد مما يتحول الى كلوكوز وفي هذه الطريقة مما يساهم الكبد في الشد الايضي الناتج عن التمارين الرياضية مما يحول الكلوكوز الى العضلات الذي لانتاج اللاكتيت والذي يمكن ان تستمر في بواسطة الكبد لانتاج كلوكوز جديد وهذه العملية يطلق عليها دورة كوري الكبد ينتج اكثر كلوكوز من استهلاكه ففي الكبد تكون نسبة $NAD^+/NADH$ مرتفعة حوالي 700 بينما في العضلات تكون منخفضة هذه النسبة مما تخفض من تحويل البيروفيت الى لاكتيت.

3. **تحويل البيروفيت إلى خلات نشطة:** يمكن الحصول على الجزء الأكبر من الطاقة عن طريق دورة حامض الستريك أو سلسلة نقل الإلكترونات بينما يحصل تحرير قليل من الطاقة عن طريق تحويل البيروفيت إلى لاكتيت أو ايثانول والذي تدخل الدورة عن طريق Acetyl CoA الذي يتكون داخل المايتوكوندريا بعملية الأكسدة ونزع مجموعة الكربوكسيل Oxidative Decarboxylation من البيروفيت بواسطة إنزيم نازع للهيدروجين من البيروفيت Pyruvate dehydrogenase، إن جزيئات NAD^+ اللازمة في هذا التفاعل وفي أكسدة كلسيرالديهايد -3- فوسفيت تتولد مرة أخرى عند نقلNADH الكتروناتها

إلى الأوكسجين عن طريق سلسلة نقل الإلكترونات في المايتوكوندريا يتم نزع مجموعة الكربوكسيل من البيروفيت بوجود الثيامين بيروفوسفيت TPP لتكوين مشتقات الهيدروكسي اثيل لحلقة الميثازول من الإنزيم المرتبط مع TPP الذي مع Lipoamide المؤكسد لتكوين Lipoamide Acetyl الذي يتفاعل مع CoA لتكوين خلات نشطة بوجود Di hydrolipoyl transacetylase و Lipoamide المختزل تكمل الدورة عندما تعاد أكسدة Lipoamide بواسطة Flavoprotein المختزل بواسطة NAD^+، يتكون Pyruvate dehydrogenase complex من 29 مول من Pyruvate dehydrogenase وحوالي 8 مول من Dihydolipoyl dehydrogenase الذي هو بروتين فلافيني في الحيوانات الراقية يكون الناتج النهائي لانحلال السكر هو حامض البيروفيك الذي يتحول إلى خلات نشطة وعندما تكون الأنسجة فقيرة بالأوكسجين مثل العضلات فأن حامض اللاكتيك المتكون يتأكسد إلى حامض البيروفيك ثم يتحول إلى خلات نشط وان العديد من الأحياء المجهرية اللاهوائية يكون اللاكتيت هو الناتج الرئيسي لانحلال السكر بينما في الخمائر وبعض الأحياء المجهرية فان البيروفيت يتحول إلى ايثانول حيث إن الخلات النشطة تدخل دورة حامض الستريك مما تتحول إلى غاز ثاني أوكسيد الكربون والماء، غشاء المايتوكوندريا نفاذ للبيروفيت المتكون بواسطة انحلال السكر في السايتوبلازم وتحت الظروف الهوائية يتحول البيروفيت المتكون بواسطة انحلال السكر في السايتوبلازم وتحت الظروف الهوائية يتحول البيروفيت إلى خلات نشطة داخل المايتوكوندريا، تدخل الخلات النشطة المتكونة دورة حامض الستريك حيث تتأكسد إلى CO_2 حيث تحتاج إلى NAD^+ لتحويل البيروفيت إلى خلات نشطة ولعمل مسلك انحلال السكر يعاد توليدة عندما يتحول إلى NADH لنقل إلكتروناته إلى O_2 في سلسلة نقل الإلكترونات ليست جميع الخلات النشطة تدخل دورة حامض الستريك لان بعضها يعمل كمادة أولية في التخليق الحيوي للأحماض الدهنية في الكلسيريدات الثلاثية.

4. **تكوين اوكزالو الخلات:** يتحول البيروفيت إلى اوكزالو الخلات ثم يعاد تحويله إلى كربوهيدرات أو يتحول إلى حامض أمينيAla وعملية التحويل إلى اوكزالوالخلات في البكتريا والأنسجة الحيوانية الذي تنتج عن طريق تثبيت CO_2 بواسطة إنزيم Malate dehydrogenase.

تجمع اللاكتيت تحت الظروف اللاهوائية في الانسجة الحيوانية: يختزل البيروفيت الى لاكتيت ويحدث الاختزال في الانسجة الذي يزداد فيها جريان الدم مثل قرنية العين cornea وعند تقلص العضلات الهيكلية لأنه يحصل تقلص العضلات الهيكلية عند التمارين الرياضية مما يسبب ذلك استهلاك الاوكسجين حيث ان البيروفيت المتولد عند انحلال السكر يتأكسد في دورة حامض الستريك ويحصل اختزال البيروفيت الزائد الى لاكتيت بوجود lactate dehydrogenase وفي انسجة العضلة اللاهوائية فأن اللاكتيت هوالناتج النهائي لانحلال السكر معظم اللاكتيت المنتج في العضلات ينقل بواسطة الدم الى الكبد والذي يعاد تخليقه الى كلوكوز بطريقةgluconeogenesis.

الاستفادة من المواد الاخرى في انحلال السكر: يبدأ انحلال السكر في هدم الكلوكوز بينما تدخل السكريات الاخرى البسيطة أو المعقدة الى الدورة عندما تحول بواسطة انزيم البروبيونيت الى أحد المركبات الوسطية لانحلال السكر فأن النواتج الايضية البسيطة تدخل مسلك انحلال السكر فأن الفركتوز المنتج من هدم السكروز يساهم في انحلال السكر على الاقل في مسلكين ففي الكبد فان الفركتوز تتم فسفرته في ذرة الكربون الاولى بوجود انزيم fructokinase وحصل تشقق الفركتوز-1- فوسفيت الى ثنائي هيدروكسي فوسفيت وكلسيرالديهايد بوجود انزيم FDP aldolase، ثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت هو مركب وسطي في مسلك انحلال السكر كما تتم فسفرة الكلسيرالديهايد بوجودtriose kinase وATP لتكوين كلسيرالديهايد-3- فوسفيت وفي مسلك اخر ففي الكلى والانسجة العضلية فأن الفركتوز تتم فسفرته بوجود الهكسوكاينيز الى فركتوز-6- فوسفيت فأن الفركتوز-

6- فوسفيت المتولد بهذه الطريقة ويدخل مسلك انحلال السكر مباشرة في الخطوة الثالثة مما يدخل مسلك انحلال السكر في الانسجة الدهنية الذي تحتوي مستويات عالية من الفركتوز.

تنظيم انحلال السكر: هناك نقطتان مهمتان لدخول وحدات الكلايكوسيل في مسلك انحلال السكر الذي يسيطر عليها ببعض الإنزيات المنظمة هما:

1. دخول الكلوكوز الحر عن طريق فسفرته بواسطة إنزيم Hexokinase.
2. دخول وحدات الكلايكوسيل من الكلايكوجين بواسطة إنزيم Glycogen phosphorylase وعند دخول وحدات الكلايكوسيل مسلك انحلال السكر هناك نقطة سيطرة تلعب دوراً مهماً في السيطرة على عملية انحلال السكر هي نسبة ADP إلى ATP، كلما كانت النسبة عالية كلما كانت قابلية تزويد الخلية بواسطة ATP منخفضة وعندما تكون نسبة ADP/ATP منخفضة في الخلية يثبط Phosphokinase أو Phosphofructokinase من الإنزيات المنظمة لعملية انحلال السكر ويثبط بالتركيز العالي من ATP في حالة توازن والانزيات الثلاثة.

1. **Hexokinase** يثبط بواسطة تركيز عالي من كلوكوز- 6 – فوسفيت فأن زيادة كميته في الخلية يثبط عمل الإنزيم بالتغذية المرتدة Feed Back لإيقاف إنتاج الكلوكوز-6- فوسفيت.
2. **Phosphofructokinase** من الإنزيات المنظمة لعمالية انحلال السكر ويثبط بالتركيز العالي من ATP والسترات والأحماض الدهنية وينشط بواسطة ADP و AMP.
3. **Pyruvate kinase** ينشط بواسطة التراكيز العالية من الفركتوز-1و6 – ثنائي الفوسفيت والفوسفواينول بيروفيت ويثبط بواسطة زيادة تركيز AMP, ADP والسترات.

الطاقة الناتجة عن أكسدة الكلوكوز: تنتج طاقة قدرها 5و35 من مجاميع الفوسفيت عالية الطاقة لكل جزيئة كلوكوز مستهلكة ويمكن إنتاج مولين من الفوسفيت للسكر ثلاثي ذرات الكربون من كل مول واحد من الكلوكوز لذلك يمكن توضيح الطاقة المستهلكة والمنتجة عند أكسدة الكلوكوز حيث تبدأ من تكوين جزيئتين من كلسيرالديهايد -3- فوسفيت:

1. مجموعة فوسفيت واحدة تستهلك لفسفرة الكلوكوز -1.
2. مجموعة فوسفيت واحدة تستهلك لفسفرة الفركتوز -1.
3. مجموعتي فوسفيت تنتج بواسطة الفسفرة التأكسدية في المايتوكوندريا لكل زوج من الإلكترونات المنقولة من كلسيرالديهايد -3- فوسفيت عن طريق NADH وتحويله إلى فوسفيت كلسيرول+ 4.
4. مجموعة فوسفيت واحدة يحصل عليها بواسطة نقلها إلىADP من كل جزيئتين من1و3-ثنائي فوسفوكلسيريت +2.
5. مجموعة فوسفيت واحده يحصل عليها بواسطة نقلها إلىADP من كل جزيئتين من فوسفواينول بيروفيت +2.
6. أيون هيدروجين واحد يفرغ خلال الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا خلال نقل كل بيروفيت من السايتوسول إلى الحشوة، حيث يحصل فقد ½ فسفور / أيون هيدروجين-0,5.
7. ثلاث مجاميع فوسفيت يمكن إنتاجها بواسطة الفسفرة التاكسدية في المايتوكوندريا من إعادة أكسدة كل جزيئتين من NADH المتكونة بواسطة أكسدة البيروفيت + 6.
8. إثني عشر مجموعة فوسفيت يمكن إنتاجها من الاكسدة الكاملة لكل جزيئتين من الخلات النشطة في دورة حامض الستريك + 24 الصافي+ 35,5.

الاضطرابات في أكسدة البيروفيت: يجب تجهيز الثيامين في الغذاء كمولد للثيامين بيروفوسفيت وهناك واحد أو اكثر من الإنزيمات التي تحتاج إلى الثيامين بيروفوسفيت لأنها ضرورية لأكسدة البيروفيت إلى خلات نشطة ولأكسدة ألفا كيتوكلوتاريت في دورة حامض الستريك فإن نقص الثيامين بيروفوسفيت يعيق ايض الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية بالإضافة إلى D -Glucose فأن نقص الثيامين يسبب اضطراب في ايض الكربوهيدرات في الدماغ حيث إن الحاجة إلى الثيامين في الإنسان تعتمد على تناول الكربوهيدرات الأطفال يحتاجون 1,5 ميكروغرام/غم من الكربوهيدرات المهضومة أي 0,8 ميكروغرام/ مول ولربما هذا هو الدليل للفقد الكبير للمرافق الإنزيمي TPP نقص الثيامين يعيق أو يعرقل أيض الكربوهيدرات Pyruvate dehydrogenase يفقد TPP اكثر من α-keto glutarate dehydrogenase في دورة حامض الستريك.

دخول السكريات السداسية ذرات الكربون مسلك انحلال السكر: تدخل السكريات السداسية ذرات الكربون مسلك انحلال السكر مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز ولا يمكن دخولها هذا المسلك ما لم تتم فسفرتها حيث تتم فسفرة الكلوكوز والمانوز والفركتوز بواسطة ATP بوجود Hexokinase عند الموقع السادس كما يوجد في الكبد Glucokinase الأكثر تخصصا للكلوكوز بينما لا يسبب فسفرة الكالاكتوز والفركتوز، بل إن هما إنزيماتهما المتخصصة وهي Galactokinase Fructokinase اللتان تساعدان في عملية فسفرتهما بالتعاقب في الكبد مما يحولها إلى نظيرهما ويعاني Mannose-6-phosphate تناظرا لينتج D-fructose-6-phosphate بوجود Phosphomannose isomerase فأن الفركتوز يدخل بعملية مسلك انحلال السكر عن طريق آخر في كبد الفقريات، فأن Fructokinase يحفز عملية إضافة الفوسفات للفركتوز عند ذرة الكربون الأولى وليست السادس الذي ينشطر الفركتتوز —1— فوسفيت إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت وكلسيرالديهايد بوجود Fructose-1-phosphate Aldolase

الموجود في الكبد فأن سكر الكالاكتوز المشتق من سكر اللاكتوز يضاف إليه الفوسفات في ذرة الكربون الأولى بفعل Galactokinase، يحصل تحويل الكالاكتوز-1- فوسفيت إلى كلوكوز-1- فوسفيت، حيث يلعب UTP دوراً مهماً في هذه التفاعلات ويتم تحويل أو نقل مجاميع الكلايكوسيل.

أ. **دخول الفركتوز مسلك انحلال السكر:** الفركتوز جزء مهم من المركبات الكربوهيدراتية والغذاء إن مقدار ما يناوله الفرد يوميا هو 100 غم بشكل سكر حر أو مرتبط مع الكلوكوز في سكر السكروز حيث يتم ايض السكر المهضوم في الكبد باستعمال مسلك الفركتوز-1- فوسفيت الذي فيه تتم فسفرة الفركتوز إلى فركتوز-1- فوسفيت بواسطة Fructokinase ثم يتشقق الفركتوز-1- فوسفيت إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفيت وكلسيرالديهايد ثم فسفرة الكلسيرالديهايد لتكوين كلسيرالديهايد -3- فوسفيت بواسطةTriose kinase الذي يدخل مسلك انحلال السكر وهناك مسلك بديل هو فسفرة الفركتوز إلى فركتوز-6- فوسفيت بواسطة Hexokinase أو Fructokinase الأكثر تخصصا مما يدخل مسلك انحلال السكر، يخلق الفركتوز من كلوكوز الدم في الخلايا الطلائية من القنوات المنوية في الذكور البالغين جنسيا وتفرز في البلازما المنوية ويزداد التخليق بواسطة Androgens أو يخلق الفركتوز من الكلوكوز في المشيمة للمجترات ويدخل دم الجنين ففي القناة المنوية فأن ألفا- كلوكوز يتحول إلى كحول سكري هو-D Sorbitol بسبب اختزال المجموعة الالديهايدية بوجود Aldose reductase أو Hexitol dehydrogenase المتخصص للمرافقات NAD^+,$NADP^+$، من الممكن تكوين الفركتوز من السوربيتول بوجود Aldose reductase أو Ketose reductase الذي يمكن زيادتها بواسطة التستوستيرون الذي ينخفض بعد الخصاء.

ب. دخول الكالاكتوز مسلك انحلال السكر: وهو مسلك Leloir pathway، حيث تتم فية فسفرة الكالاكتوز من ATP في ذرة الكربون الاولى بواسطة كالاكتوكاينيز ثم تحويله الى UDP-galactose وهو نيوكلوتيد سكري بواسطة galactose-1-phosphate uridylyltransferase لانتاج كلوكوز-1- فوسفيت واستهلاك جزيئة من UDP-glucose، الكلوكوز-1- فوسفيت المنتج بواسطة انزيم transferase كمادة اساس للانزيم phosphoglucomutase الذي تنتج كلوكوز-6- فوسفيت حيث ان UDP-galactose يتحول الى UDP-glucose بواسطة UDP-glucose-1-epimerase، الفعل المشترك لانزيم epimerase و uridylyltransferase لانتاج كلوكوز-1- فوسفيت من كالاكتوز-1- فوسفيت مع توليد UDP-glucose، الكالاكتوز المشتق من تحلل سكراللاكتوز في الأمعاء حيث يتحول في الكبد إلى كلوكوزعن طريق فسفرة الكالاكتوز إلى كالاكتوز-1- فوسفيت مع يوردين ثنائي الفوسفيت - كلوكوز (UDP–Glucose) لتكوين يوردين ثنائي فوسفيت- كالاكتوز (UDP-Galactose) بوجود Galactose-1-phosphate، Uridyl transferase الذي ينقل الكالاكتوز ليحل محل الكلوكوز حيث يصبح الكالاكتوز ضمن جزئية تحتوي على نيوكلوتايد حيث يحفز التفاعل بواسطة Epimerase ومن المحتمل حدوث أكسدة واختزال عند ذرة الكربون في الربع الرابع من NAD^+ كإنزيم مشارك ثم يحصل تحرير الكلوكوز من اليوردين ثنائي الفوسفيت كلوكوز على شكل كلوكوز-1- فوسفيت بعد دخوها ضمن جزيئه الكلايكوجين أو مسلك انحلال السكر، يتحول الكالاكتوز في الكبد إلى كلوكوز وقدرة الكبد في تحويل الكالاكتوز إلى كلوكوز تستعمل في اختبار وظيفة الكبد في اختبار الحساسية للكالاكتوز غياب galactose-1-phosphate Uridyl transferase يسبب Galactosemia وهو مرض وراثي يتوقف ايض الكالاكتوز في الأشخاص الذين مصابين بوجود الكالاكتوز

في الدم ويمكنة معالجة الحالة من تناول غذاء غني بالكالاكتوز وقد يسبب الخلل تجمع المواد السامة اكثر من المركب الاساسي المصابين هم القدرة لتخليق UDP-Galactose من UDP-Glucose بسبب النشاط الاعتيادي لإنزيم Epimerase ومن المركبات السامة للكالاكتوز هو Galactitol المتكون بواسطة اختزال الكالاكتوز وارتفاع مستوى Galactitol يؤدي إلى تكوين Cataracts في عدسة العين ويعتبر الكالاكتوز-1- فوسفيت مولد لبعض العوامل السامة الأخرى أو هو نفسه سام عندما يوجد بتركيز مرتفع ارتفاع مستوى الكالاكتوز في الدم يسبب وجوده في الادرار.

ج. **دخول المانوز مسلك انحلال السكر:** يدخل مسلك انحلال السكر بنفس الطريقة الذي دخل فيها الفركتوز حيث يحدث المانوز في العديد من البروتينات السكرية، اللبيدات السكرية والسكريات المتعددة حيث تتم فسفرة المانوز من ATP بواسطة انزيم الهكسوكاينيز مما يكون مانوز-6- فوسفيت الذي يتحول الى فركتوز -6- فوسفيت بواسطةphosphomannosisomerase.

ايض الفركتوز: تتم فسفرة الفركتوز لتكوين فركتوز-6- فوسفيت بوجود انزيم الهكسوكاينيز كما هو الحال في فسفرة الكلوكوز او المانوز حيث تكون الفة الانزيم تجاه الفركتوز منخفضة جدا مقارنة مع الفته تجاه الكلوكوز، الفركتوكاينيز الموجود في الكبد والذي يؤثر على نقل الفوسفات من ATP الى الفركتوز لتكوين فركتوز-6- فوسفيت كما يحدث ذلك في الكلى والامعاء وهذا الانزيم لا يسبب فسفرة الكلوكوز كما لا يتأثر نشاطه بواسطة الصيام أو الانسولين وهذا ما يفسر لماذا يختفي الفركتوز من الدم للاشخاص المصابين بالسكري حيث يكون ثابت ميكلس للفركتوز في الكبد منخفض جدا وهو ما يشير الى الالفة العالية جدا للانزيم للمادة الذي يعمل عليها وفقد انزيم الفركتوكاينيز الكبدي يسبب fructosuria حيث يحصل تشقق الفركتوز-1- فوسفيت الى دي- كلسيرالديهايد وثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت بواسطة انزيم aldolase B وهو انزيم موجود في الكبد وهو يهاجم

الفركتوز-1، 6 -ثنائي الفوسفيت غياب الانزيم يؤدي الى تحمل الفركتوز fructose intolerance حيث يدخل دي – كلسيرالديهايد الى مسلك انحلال السكر في ثلاث مسالك هي:

1. بفعل alcohol dehydrogenase لتكوين الكلسيرول والذي بوجود الكلسيروكاينيز يكون كلسيرول – 3- فوسفيت.
2. بوجود aldehyde dehydrogenase يكون دي- كلسيريت من دي- كلسيرالديهايد حيث ان دي- كلسيريت كاينيز يحفز تكوين 2- فوسفوكلسيريت، الا ان هذا الانزيم غير فعال في كبد الانسان.
3. بوجود triokinase في الكبد يحفز فسفرة دي – كلسيرالديهايد الى كلسيرالديهايد -3- فوسفيت وهو مسلك رئيسي لايض دي – كلسيرالديهايد ويكن تحلل ترايوز فوسفيت، ثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت وكلسيرالديهايد -3- فوسفيت عن طريق مسلك امبيدين – مايرهوف أو يمكن ارتباطها تحت تأثير الالدوليز مما تتحول الى كلوكوز.

ايض الكالاكتوز: يشتق الكالاكتوز من التحلل المائي في الامعاء للسكر الثنائي وهو اللاكتوز وقابلية الكبد للتحويل تستعمل كاختبار للوظيفة الكبدية في اختبار تحمل الكالاكتوز ومسلك تحويل الكالاكتوز الى كلوكوز ففي التفاعل الأول فأن انزيم الكالاكتوكاينيز يسبب فسفرة الكالاكتوز بوجود ATP كواهب للفوسفيت فان الكالاكتوز-1- فوسفيت يتفاعل مع UDP-glucose لتكوين UDP-galactose وكلوكوز-1-فوسفيت بينما في الخطوة الثانية يحفز التفاعل بواسطة ترانزفيريز فأنه يتم نقل الكالاكتوز الى موقعة على UDP-glucose مما يحصل استبدال الكالاكتوز بواسطة الكلوكوز، تحويل الكالاكتوز الى كلوكوز في التفاعل الثالث بوجود 4-epimerase لتكوين UDP-glucose من النيوكلوتيد الحاوي كالاكتوز حيث تتم اكسدة واختزال الكربون الرابعة مع NAD كمرافق انزيمي بينما في التفاعل الرابع فأنه يتحرر الكلوكوز من UDP-glucose بشكل كلوكوز-1-فوسفيت بعد

دمة الى الكلايكوجين وبهذه الطريقة يمكن تحويل الكلوكوز الى كالاكتوز ومصدر الكالاكتوز اللازم في الجسم ليست فقط الحليب فحسب، بل كمكونات من اللبيدات الكربوهيدراتية كالسيروبروسيدات، البروتيوكلايكانات والبروتينات الكربوهيدراتية وعند تخليق اللاكتوز في الغدة اللبنية فان الكلوكوز يتحول الى UDP-galactose بواسطة الكالاكتوكاينيز فأن UDP-galactose يتكثف مع الكلوكوز لانتاج اللاكتوز بوجود lactose synthase وفي حالة عدم القدرة على ايض الكالاكتوز تحدث حالة galactosemia الذي يسبب عيب في أي من galactokinase transferase, 4-epimerase فأن الكالاكتوز يزداد تركيزه في الدم حيث يختزل الكالاكتوز بواسطة aldolase reductase في العين الى galacititol الذي يتجمع في العين مما يسبب cataract.

المسالك الثانوية لايض الكربوهيدرات: بالإضافة الى المسالك الايضية الرئيسية مثل ايض الكلوكوز والفركتوز والمانوز والكالاكتوز هناك مسالك ثانوية أخرى هدم الكربوهيدرات الذي تدخل مسلك انحلال السكر ومن أهمها النشأ والكلايكوجين والسيليلوز والدكسترين والكيتين ومسالك السكريات الثنائية مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز بالإضافة الى مسالك كلايوكسيلات وكلوكيورونيك وتحويلة الهكسوز احادي الفوسفيت.

1. **مسلك النشأ:** النشأ سكر متعدد مخزون ومتجانس في النباتات، يتكون من اميلوز واميلوبكتين، حيث يكون متفرع وفيه روابط ألفا($1 \leftarrow 4$) والفا ($1 \leftarrow 6$)، يتحلل بسرعة بواسطة إنزيم ألفا-اميليز α–Amylase الذي يفرز بواسطة الغدة اللعابية والبنكرياس، إنزيم ألفا-اميليز يحلل الروابط ألفا ($1 \leftarrow 4$) الداخلية لتكوين مالتوز ومالتوزترايوز والفا- دكسترين يتالف المالتوز من وحدتين من الكلوكوز مرتبطة بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع ألفا($1 \leftarrow 4$) ومالتوز ترايوز مكون من ثلاث وحدات كلوكوز والفادكسترين يتكون من عدد من وحدات ألفا- كلوكوز مرتبطة بواسطة روابط ألفا ($1 \leftarrow 4$)

بالإضافة إلى ألفا(1← 6) المالتوز ومالتوزترايوز تتحلل إلى كلوكوز بواسطة إنزيم مالتيز Maltase بينما ألفا– دكسترين تتحلل إلى كلوكوز بواسطة ألفا– دكسترينيز α– dextrinase وهناك بيتا– اميليز في الشعير المنقوع Malt الذي يحلل النشأ إلى مالتوز ويعمل فقط على الكلوكوز في الطرف غير المختزل يدخل الكلوكوز الناتج عن انحلال النشأ في مسلك انحلال السكر من خلال التأثير الفعال للإنزيمات المحللة للكلايكوجين Glycogen phosphorylase في الحيوانات و Starch Phosphorylase في النباتات وكذلك تأثير Glucan phosphorylase المرتبط بواسطة رابطة ألفا(1← 4) الموجودة على نطاق واسع في النباتات والحيوانات والأحياء المجهرية.

2. **السيليلوز:** شكل من أشكال السكريات المتعددة للكربوهيدرات الذي له دور تركيبي اكثر من غذائي، وهوغير متفرع من الكلوكوز المرتبط بواسطة روابط بيتا (1←4) اللبائن لا تملك Cellulase لذلك لا تستطيع هضم الألياف والخضراوات والأخشاب، بعض المجترات تملك بكتريا منتجة لإنزيم Cellulase في القناة الهضمية مما تكون لها القدرة على هضم السيليلوز.
3. **الدكسترينات Dextrins:** سكر متعدد يتركب من كلوكوز فقط وبصوره خاصة رابطة ألفا (1←6) بالإضافة إلى ذلك هناك روابط ألفا (1← 2)، ألفا (1 ←3) وألفا(1 ← 4) اعتمادا على الجنس وهو سكر مخزون في الخمائر والبكتريا.

- **مسالك السكريات الأخرى:** من السكريات الثنائية المهمة غذائياً وفسلجياً هي السكروز وهو سكر المائدة الذي يحصل عليه تجاريا من القصب أو البنجر الذي فيه ذرات الكربون الانوميرية في الكلوكوز والفركتوز تكون رابطة كلايكوسيدية من نوع ألفا في السكروز مما يكون خالي من المجاميع الطرفية المختزلة مقارنة مع السكريات الثنائية الأخرى تحلل السكروز إلى كلوكوز وفركتوز الذي يحفز بواسطة Sucrase وسكر الحليب أو ما يطلق عليه

اللاكتوز وهو سكر ثنائي يوجد في الحليب ولا يوجد في أي مصدرآخر، يتحلل مائيا إلى كلوكوز وكالاكتوز بواسطة اللاكتيز Lactase سكر المالتوز أو الشعير وهو سكر ثنائي مكون من وحدتين من ألفا - دي - كلوكوز الذي يتحلل مائيا إلى جزيئتين من ألفا - دي- كلوكوز بواسطة المالتيزMaltase، السكريات الناتجة عن التحلل المائي لها القدرة أن تدخل مسلك انحلال السكر فالفركتوز يتحول إلى فركتوز-6- فوسفيت بواسطة Hexokinase أو فركتوز- 1- فوسفيت بواسطة fructokinase ومن ثم تحويلها إلى ثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت وكلسيرالديهايد -3- فوسفيت أو كلسيرالديهايد بواسطة Aldolase مما تدخل مسلك انحلال السكر، يضاف الفسفور في الكبد إلى الكالاكتوز ثم يتحول إلى كلوكوز مما يكون قادرا على دخول مسلك انحلال السكر.

أيض سكر اللاكتوز: تقريبا كل بكتريا حامض اللاكتيك ومعظم البكتريا المستعملة في صناعة الجبن تحتاج الى الكربوهيدرات لانتاج الطاقة والنمو، فأن الكربوهيدرات الموجود في الحليب هو سكر اللاكتوز وهو سكر ثنائي يتكون من كلوكوز وكالاكتوز وهناك العديد من الاليات لنقل سكر اللاكتوز في البكتريا فأن بكتريا حامض اللاكتيك الموجود في البادئ تملك اليتين لنقل اللاكتوز هما permease، phosphotransferase(PEP/PTS) pyruvate phosphenol. permease موجود في بكتريا حامض اللاكتيك المحبة للحرار وبكترياleuconostoc بينما PEP/PTS موجود في البكتريا السبحية حيث يتم نقل سكر اللاكتوز كاملا في التفاعلات اللازمة الى الطاقة بوجود انزيم البيرميز في داخل الخلية الذي يحلله الى كلوكوز وكالاكتوز بواسطة بيتا- كالاكتوسايديز والذي تحتاج الطاقة بشكلATP كما في حالة بيرميز الكالاكتوز في بكتريا Str.lactis بينما في حالة PEP/PTS يتم نقل سكر اللاكتوز الى الخلية عن طريق نظام معقد الذي فيه تتم فسفرة سكر اللاكتوز الى لاكتوز - فوسفيت مما يتم نقله عبر جدار الخلية ففي داخل الخلية يتحلل الى كلوكوز وكلوكوز -6- فوسفيت بواسطة فوسفو- بيتا - كالاكتوسايديز ويتم تحلل

اللاكتوز– فوسفيت الى كلوكوز وكالاكتوز –6– فوسفيت بواسطة انزيم فوسفو– بيتا – كالاكتوسايديز حيث يتم تخمر سكر الكلوكوز عن طريق مسالك ايضية مختلفة يتم ايض كالاكتوز –6– فوسفيت عن طريق العديد من مشتقات سكر tagatose الى كلسيرالديهايد –3– فوسفيت وثنائي هيدروكسي اسيتون فوسفيت الذي تدخل التفاعلات الطرفية لمسلك انحلال السكر أو يتم ايض سكر اللاكتوز إلى حامض اللاكتيك أو تحويل سكر اللاكتوز إلى مركبات الطعم مثل ثنائي الخلات والاسيتالديهايد والسترات إلى حامض البيروفيت الذي يتحول إلى مركبات طعم او يمكن الاستفادة من سكر اللاكتوز بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك الذي تكون متجانسة وغير متجانسة فالبكتريا المتجانسة تنتج حامض اللاكتيك بينما غير المتجانسة تنتج ايثانول وخلات وكلسيرول ومانيتول وغاز ثاني اوكسيد الكربون واسيتالديهايد وهو المركب الرئيسي في طعم اليوغارت الناتج عن هدم حامض البيروفيك بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك، يمكن إنتاج الاسيتالديهايد بواسطة البكتريا السبحية من thymidine بينما إنتاج الخلات الثنائية مهم في طعم الحليب الخض والقشطة الحامضية والزبد.

التخليق الحيوي للسكريات المتعددة

1. **تخليق النشأ:** يخلق النشأ في الأنسجة النباتية ويتكون بمسلك يشبه تخليق الكلايكوجين ألا أن الإنزيم الذي يضيف جزيئة كلوكوز هو amylose synthetase الذي ينقل جزيئه الكلوكوز من ADP-glucose الذي يتكون من ATP وكلوكوز-1- فوسفيت بواسطة إنزيم ADP-glucose pyrophosphorylase الذي لا يكون فعال في تخليق الكلايكوجين، يدخل الكلوكوز المكون للنشأ في مسلك انحلال السكر من خلال نشاط starch phosphorylase في النباتات.

2. تخليق السيليلوز: يخلق السيليلوز الذي هو بيتا-(1← 4)- كلوكوز بطريقه مماثلة لتخليق الكلايكوجين والاميلوز ويمكن تخليقها من CDP-glucose, GTP-glucose ADP-glucose اعتمادا على نوع النباتات.

التخليق الحيوي للسكريات الثنائية

1. تخليق سكر اللاكتوز: يخلق سكر اللاكتوز من كلوكوز الدم في أغشية كولجي للخلايا السنخية alveolar للغدد اللبنية الإفرازية يحفز تخليق اللاكتوز بواسطة هرمون الغدد النخامية الذي هو البرولاكتين الذي يثبط بواسطة هرمون المبيض البروجسترون حيث يتحول الكلوكوز إلى UDP-glucose الذي يتحول إلى UDP-galactose بواسطة UDP-galactose-4-epimeraseمن خلال مركب وسطي هو UDP-4-ketoglucoseيتم نقل مجموعة الكالاكتوسيل من UDP-galactose إلى كلوكوز آخر لتكوين سكر اللاكتوز ,UDP حر ويحفز التفاعل بواسطةlactose synthetase الذي ينتج في أغشيه كولجي في خلايا الغدد اللبنية الافرازيه بعد الولادة ففي نهاية الحمل يحفز البرولاكتين تخليق بروتين الحليب ألفا -لاكتالبيومين في خلايا الغدد اللبنية مما يرتبط الفالاكتالبيومين معN-acetyl lactosamine synthetase في غشاء كولجي ليتحول إلى lactose synthetase الذي يحفز تخليق سكر اللاكتوز وخلال الحمل يرتفع محتوى البروجسترون في الدم مما يخفض تخليق الفالاكتالبيومين ويثبط تخليق اللاكتوز قبل الولادة إنزيم تخليق اللاكتوز من الإنزيمات المحددة لسرعة تخليق اللاكتوز.

2. تخليق السكروز: يتم تخليق السكروز في النباتات حسب التفاعلات التالية:

أ. تحويل الكلوكوز الموجود في النبات إلى كلوكوز -6- فوسفيت بوجود hexokinase

ب. تحويل الكلوكوز-6-فوسفيت إلى كلوكوز-1-فوسفيت بوجود Phosphogluco mutase

ج. تحـــويل كلوكـــوز-1- فوســـفيت بوجـــــــود UTP إلى UDP-glucose بوجود UDP-Glucose-pyrophosphorylase.

د. نقـل جزيئـة كلوكـوز منUDP-glucose إلى فركتـوز-6- فوسـفيت بوجـود إSucrose-6-phosphate synthetase.

ه. فصـل مجموعـة الفوسـفيت مـن السـكروز-6- فوسـفيت بوجـود Sucrose-phosphatase لتكوين السكروز، يمكن تخليق السكروز في بعض النباتات من تفاعل UDP-glucose مع الفركتوز.

تخليق السكريات الأحادية

السـكريات السداسـية المهمـة ايضـيا هـي الكلوكـوز، الفركتـوز والكـالاكتوز والذي تدخل معظم المسالك الايضية بعد فسفرتها منها مسلك انحلال السكر وتخلـق السـكريات الأحاديـة في الحيوانـات مـن تفـاعلات التحلـل المـائي للسـكريات القصـيرة والطويلة السلسلة مثل النشأ إلى كلوكوز ومالتوز والسـكروز إلى كلوكـوز وفركتـوز أو من عملية التخليق الضوئي عندما يسـتخدم رايبيولوز-1،5- ثنائي الفوسفيت الـذي تستقبل ثاني اوكسيد الكربون وتنتج حامض3- فوسفوكليسيريك ومن الإنزيمات الـتي لها القـدرة علـى تحويـل السـكريات الأحاديـة إلى سـكريات أحاديـة أخـرى هـي إنزيمـات Isomerases الـــذي تحـــول الســـكريات الالديهايديـــة إلى كيتونيـــة أو إنزيمـــات epimerases الذي تستخدم سـكريات اليوريـدين ثنـائي الفوسـفيت ويمكـن حـدوث عملية epimerization للسكر الفوسفاتي زايليبولوز-5- فوسـفيت بـدون تكـوين UDP-sugar.

أ. تخليـــق الكلوكـــوز: تـــتم فســـفرة الكلوكـــوز بواســـطة ATP بوجـــود انـــزيم الهكسـوكاينيز الا انـه تـتم الفسـفرة في الكبـد بواسـطة كلوكوكـاينيز لان الخلايـا الكبديـــة تملـــك انـــزيم الكلوكوكـــاينيز فقـــط ولـــيس الهكســـوكاينيز ويختلـــف الهكسوكاينيز عن الكلوكوكاينيز لأنـه يثـبط بواسـطة الكلوكـوز -6- فوسـفيت

وهو تثبيط منظم ولا يتأثر نشاطه بسبب الحالة التغذوية أو الهرمونية للحيوان وهو ذو الفة عالية للكلوكوز أي ان ثابت مكلس منخفض وعندما يكون الكلوكوز كمادة اساس لعمل الانزيم فأن ناتج التفاعل مع الكلوكوكاينيز أو الهكسوكاينيز هو كلوكوز –6– فوسفيت.

ب. **تخليق الفركتوز:** لا تحصل له فسفرة بوجود انزيم الكلوكوكاينيز، بل تتم فسفرته بواسكة فركتوكاينيز الذي تتم فسفرته في الكبد يخلق الفركتوز من الكلوكوز في الاوعية المنوية وتفرز في البلازما المنوية وتخلق في المشيمة وتدخل الى الدم حيث يتحول الفا دي – كلوكوز في الاوعية المنوية الى دي سوربيتول بواسطة اختزال المجموعة الالديهايدية بمساعدة NADPH و $NADP^+$ aldose reductase, hexitol dehydrogenase) - ومجموعة الكحول في ذرة الكربون الثانية من السوربيتول تتاكسد الى مجموعة كيتونية بواسطة NAD^+ و ketose reductase,NAD^+-hexitol dehydrogenase) وهذا ما يغير السوربيتول الى دي – فركتوز، انشطة انزيمات reductases يمكن زيادتها بواسطة هرمون التستوستيرون والذي يحفز تخليق الفركتوز في الاوعية المنوية

ج. **تخليق الكالاكتوز:** لا تتم فسفرته بوجود الكلوكوكاينيز، بل تتم فسفرته بواسطة كالاكتوكاينيز حيث تتم الفسفرة في الكبد حيث تتفاعل المجموعة الأمينية للسفنجوسين مع acyl-CoA بوجود sphingosine acyl transferase لتكوين N-acyl-sphingosine أو ما يعرف سيرامايد ceramide.

تحمل اللاكتوز: هو حالة يعاني منها بعض الافراد ممن يستهلكون الحليب بسبب سوء امتصاص اللاكتوز الذي يتحلل في الامعاء أو هو ما يعاني منه من لديهم نقص أو غياب الانزيم أو عجز وراثي في الانزيم المعوي المسمى اللاكتيز lactase المسؤول عن تشقق سكر اللاكتوز الى الكلوكوز والكالاكتوز الذي يؤدي الى تجمع اللاكتوز اللاكتوز في الامعاء الدقيقة مما يسبب تأثير ازموزي للاكتوز غير الممتص مما يؤثر على السائل الذي يتجمع في الامعاء الدقيقة والذي من أعراضه هي الاسهال

وعملية هدم اللاكتوز من الصفات المرغوبة لغرض جريان مكوناته في الدم مما يجعل الحليب خالي من اللاكتوز ويمكن تخمر سكر اللاكتوز بواسطة الاحياء المجهرية كما هو الحال في منتجات الالبان المتخمرة ويحدث تحمل اللاكتوز بسبب نقص أو توقف عمل الانزيم أو عجز نشاط انزيم اللاكتيز المسؤول عن هدم سكر الحليب أو عدم القدرة على هضم سكر اللاكتوز ويحدث تحمل اللاكتوز بسبب نقص في انزيم بيتا كالاكتوسايديز مما يكون غير قادر على هضم اللاكتوز حيث يتحلل اللاكتوز في الجزء الاسفل من القناة الهضمية بواسطة الانزيمات البكتيرية مما يؤدي الى تغيرات ازموزية والم بعد استهلاك الحليب وحليب الابقار الكامل ثقيل جدا للاطفال الرضع ويمكن معالجة ذلك باستخدام منتجات الالبان المتخمرة بدلاً من الحليب لأم انخفاض تركيز اللاكتوز في منتجات الالبان المتخمرة يزيد من انزيم اللاكتيز الذي يدخل الامعاء الدقيقة مع المنتجات المتخمرة حيث ان البكتريا لها القدرة ان تبقى حية تحت ظروف القناة الهضمية الصفراء ويمكن تصنيف تحمل سكر اللاكتوز إلى:

1. **تحمل اللاكتوز الوراثي Genetic**: وهو ما يسمى الولادي وهو حالة مرضية وراثية في الأطفال الرضع حديثي الولادة.
2. **تحمل اللاكتوز المكتسب acquired**: وهو اما ان يكون ثانوي يحصل بعد الالتهابات في القناة المعوية مثل التهاب المخاط المعوي مثل enteritis أو تلف في القناة المعوية نتيجة عوامل كيمياوية وفيروسية وبكتيرية وطفيلية وهو يسبب اسهال sprue، احتباس الدم في غشاء الامعاء mesenterial ischaemia، تليف حوصلي cystic fibrosis، كواشيوكور Kwashiokor، abetalipoproteinaemia وعمل بعض المعالجات الطبية التي تتداخل مع تخليق البروتين مثل colchicin و puromycin والاشعاع أو يكون غير مقنع unmasked وهو يحدث بعد gastrectomy,pyloroplasty أو اختلالات تخثر الحليب في المعدة أو تحمل لاكتوز غير مكتسب بسبب اختلالات نتيجة تخثر الحليب في المعدة.

3. **تحمل اللاكتوز الوقتي transitory**: وهو ناتج عن الأمراض الحادة في القناة المعوية عند تلف إنزيم اللاكتيز الذي يسبب اختلالات في تخثر الحليب في المعدة والذي يزيد من امتصاص الكالسيوم من الامعاء مما يساعد في منع حدوث الكساح في الاطفال ولين العظام في الكبار وهو حالة نادرة يعاني منها الأشخاص بأعراض غير مرغوبة بعد استهلاك الحليب نتيجة للأسباب التالية:

أ. سوء الامتصاص malabsorption لسكر اللاكتوز في الامعاء الدقيقة.

ب. التحمل بسبب تأثير إنزيمي الذي يؤدي إما الى تجمع المواد الذي لا يمكن الاستفادة منها أو إيقاف الأنظمة الإنزيمية.

ج. الحساسية بسبب تفاعلات مناعية تجاه البروتينات.

ويمكن تشخيص تحمل سكر اللاكتوز

أ. إعطاء جرعة من سكر اللاكتوز ثم تقدير مستوى الكلوكوز في الدم ومستوى الهيدروجين وتخمر اليوغارت أو منتجات الالبان المخمرة الذي فيها 25% من سكر اللاكتوز ثم الايض بواسطة انزيم اللاكتيز البكتيري.

ب. تحويل الحليب الى جبن خالي من اللاكتوز.

ج. معاملة الحليب مع لاكتيز خارجي.

هضم وتحمل اللاكتوز: تحمل اللاكتوز أو سوء امتصاص سكر اللاكتوز malabsorption هما شكلان تستعمل لوصف حالة الشخص الذي يفقد القابلية أو القدرة على هضم سكر اللاكتوز حيث أن تحمل اللاكتوز هو تفاعلات حساسية allergic reactions بينما سوء امتصاص اللاكتوز هو حالة امتصاص اللاكتوز أي عدم قدرة الافراد على هضم اللاكتوز بسبب الكمية غير الكافية من انزيم اللاكتيز في الامعاء الدقيقة أو ما يطلق عليه سوء هضم اللاكتوز مما يبقى غير مهضوم، يحدث تحمل اللاكتوز بسبب نقص أو غياب أو عجز في انزيم بيتا كالاكتوسايديز، وهو انزيم

اساسي لهضم اللاكتوز، الناتج في عدم قدرته لهضم اللاكتوز الى الكلوكوز والكالاكتو وعندما يكون نشاطه غير مناسب فأن اللاكتوز غير المهضوم يصل الى الامعاء الدقيقة مما يتجمع سكر اللاكتوز في الامعاء الدقيقة بعد هضم الحليب فأنه يتم هدم اللاكتوز غير المهضوم بواسطة انزيمات البكتريا مما يتخمر هناك بفعل البكتريا المنتجة للغاز مما يؤدي ذلك الى الام معوية، الانتفاخ والاسهال وحموضة الفضلات حيث يزداد الضغط الازموزي مما يسحب الماء الى الامعاء مما يسبب اسهال مائي ويحدث تحمل اللاكتوز خلال المرض والمعالجة بالمضادات الحيوية، العديد من الاطفال يعانون من صعوبة هضم الحليب بسبب تحمل اللاكتوز بينما بعض الافراد ينتجون انزيم اللاكتيز خلال فترة حياتهم لذلك لا يواجهون صعوبة في هضم اللاكتوز وينتج الانزيم في الطفولة والمراحل المبكرة من النمو وفقد قابليتها لانتاج الانزيم مع تقدم العمر ويحصل سوء هضم اللاكتوز في الاطفال 5% ويزداد مع تقدم العمر ذلك يمتنع هؤلاء الاشخاص عن تناول الحليب ومشتقاته بسبب احتواءه على سكر اللاكتوز وخلال التخمر فإن البكتريا العصوية الموجودة في الحليب تنتج انزيم اللاكتيز الذي يحلل سكر اللاكتوز الى الكلوكوز والكالاكتوز مما يقلل من محتوى سكر اللاكتوز في الحليب وهذا الانزيم يمكن تحريرة من الاحياء المجهرية خلال الهضم الذي يقوم بهضم سكر اللاكتوز الموجود في الحليب ولمعالجة هذه الحالة لابد من خفض تركيز اللاكتوز في الحليب بفعل البكتريا المخمرة لسكر اللاكتوز مع زيادة دخول انزيم اللاكتيز الى الامعاء الصغيرة عن طريق تناول منتجات الالبان المتخمرة مثل اليوغارت، الداهي، جبن الكوتج، الحليب الخض، القشطة الحامضية والجبن مفيدة لانخفاض مستوى اللاكتوز فيها حيث ان البكتريا التي لها القدرة ان تبقى حية في الظروف المعوية وتحول بكتريا البادئ جزء من سكر للاكتوزإلى كلوكوز وكالاكتوز الذي تكون سهلة الهضم بواسطة الأشخاص الذين يعانون من تحمل سكر اللاكتوز في الحليب.

ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم: يحدث الهرمون ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم وانخفاض مستوى الكلايكوجين في الكبد والكلوكوز غب الإدرار من خلال زيادة

انحــــلال الكلايكــــوجين في الكبـــد بســـبب فســـفرة وتنشـــيط glycogen phosphorylase وهو من الإنزيمات المحددة في انحلال الكلايكوجين وكذلك يخفض تخليق الكلايكوجين في الكبد بسبب تنشيط إنزيم الكاينيز ألبروتيني الذي يسبب فسفرة وعدم تنشيطglycogen synthetaseكما يزيد من تخليق الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية في الكبد من خلال تنشيط الأنزيمات المخلقة الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية مثل pyruvate carboxylase,FADase وتنشيط pyruvate carboxylase بواسطة الأحماض الدهنية المتحررة نتيجة تحلل الدهن مائيا بفعل الهرمون كما يثبط الهرمون مجال الاستفادة من الكلوكوز من خلال عدم تنشيط إنزيم phosphofructo kinase ,pyruvate kinase, pyruvate dehydrogenase من خلال فسفرةcAMP.

نقصان سكر الدم Hypoglycemia: إن كل معالجة أنسولينية تحدث توعكاً بنقصان سكر الدم ولا يعتبر ذلك بمثابة إصابة علاجية لأنه يشير إلى الوصول إلى حدود المراقبة الممتازة للداء السكري وعلى العكس فإن حدوث إصابات أخطر من ذلك مثل حالة السبات يجب تحاشيها كما يجب معرفة الظروف التي ظهرت فيها الإصابة مثلاً حذف وجبة طعام أو الانزعاج أثناء تناول الطعام كما يعتبر وجود عوز في الامتصاص يحدث بفعل عوز بنكرياسي خارجي الإفراز غير معوض مثل حالة استئصال البنكرياس أو اعتلال بنكرياس متكلس من الأمور الخطيرة خاصة عند المرضى ناقصي الوزن والحساسين للأنسولين بشدة، كما يعتبر التمرين العضلي غير العادي أو الشديد والإنهاك الفسيولوجي في حالة الحمل وأثناء الحمل تزاد الجرعة لأن المشيمة تخرب من الأنسولين وبعد الوضع تخفف من جديد ودور النقاهة من الالتهاب الحاد الذي أدى لزيادة جرعة الأنسولين وحدوث قصور كلوي من الظروف الأخرى الملائمة لنقصان سكر الدم وأخيراً نشير إلى أن الأدوية أو السموم التي تبدل من استقلاب الكلوكوز أو الارتكازات العصبية الهرمونية الخاصة بالتكيف إزاء نقصان سكر الدم تكون قادرة على تشويش ليس فقط الحر بل الصيدلانية للأنسولين وإنما

أيضاً التأثيرات البيولوجية مثل الأسبرين بجرعات عالية حيث يكون خافض لسكر الدم، التسمم الكحولي الذي يترافق بنقصان سكر دم شديد بتأثير كبدي ومثبطات MAO باعتبارها تثبط الودي، حاصرات b وهي ذات تأثير شال للودي وعلى العكس من ذلك يؤدي تنبيه a إلى تحلل الكلايكوجين وإفراز الأنسولين كما يزيد إفراز الكاتيكولامينات المحدث بنقصان سكر الدم من المقاومة الوعائية وعمل القلب، وهذا يلاحظ عند المريض المصاب بتصلب عصيدي تاجي في حال نقصان سكر الدم حدوث نوبة ذبحة صدرية أو احتشاء بسبب فرط نشاط الودي ويمكن لنقصان سكر الدم المديد والشديد أن يؤدي لحدوث السبات ما بعد نقصان سكر الدم وذلك نتيجة الوذمة الدماغية وقد لوحظ ظهور عقابيل عصبية مركزية أو محيطية خطيرة تصل حتى مرحلة فصل المخ وهي عبارة عن إصابة عصبية واردة بكثرة في رضوض الرأس وأورام الدماغ، يحدث فيها فقدان في الشعور والحس والإدراك مع تشنجات في الأطراف الأربعة وتقوس الظهر وانحناء الرأس للخلف نتيجة التشنج الشديد في عضلات الرقبة وهذا يشبه ما يحدث لدى المصاب بالتسمم بالستركنين ويمكن للوذمة الرئوية الحادة المحدثة بفعل القبض الوعائي للسرير الوعائي الرئوي أن تفاقم حالة نقصان سكر الدم وعند حدوث نقصان سكر الدم الانسوليني يمكن ملاحظة علامات ودية مثل تسرع القلب وخفقان وتعرق وارتعاش وعلامات نظير ودية مثل الغثيان والجوع وإذا لم يعالج نقصان سكر الدم فقد تتطور الحالة إلى اختلاج وسبات علماً أن جميع العلامات يمكن التخلص منها بسرعة بوصف الكلوكوز وفي الحالات المعتدلة من نقص سكر الدم يكون بإمكان المريض أن يشرب عصير البرتقال أو يتناول أية مادة سكرية أما إذا فقد المريض الشعور فإن المعالجة المختارة هي وصف 20-50 مل من محلول غلوكوز 50% عالي التوتر أو 30- 40% بالتسريب الوريدي لمدة 2- 3 دقائق أو يحقن 1 ملغم كلايوجين بطريق تحت الجلد أو العضل وهنا يستعيد المريض وعيه خلال 15 دقيقة بعد ذلك تكمل المعالجة بوصف السكر بطريق الفم علماً أن بعض حالات السبات الشديدة تكون مقاومة للكلوكوز ولا يفيد معها إلا الكلايكوجين إلا أن الكلايكوجين غير متوفر.

السكري

السكري كلمة معرفة في كل دول العالم لها تاريخ قديم في علم الطب ولها تأثير على الإفراد في كل دول العالم وهي تأتي من الكلمة الإغريقية siphon وتستعمل في المستشفيات ولها معنى سياسي وله علاقة بصحة الفرد ومرض السكري هو اختلال أيضي شائع أو اضطراب معقد وغيرمتجانس أو مجموعه من الاضطرابات الايضية الذي تتميز بواسطة الاستعداد أو الميل لتطور ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم هو ليس مرض واحد فقط، بل هو ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم المزمن الذي يكون بسبب واحد أو أكثر من العمليات المتداخلة مثل العطش، كثرة الإدرار وفقد الوزن وهو السبب الرئيسي لحالة المرض والموت الجماعي بسبب أمراض القلب الوعائية، العشو، الفشل الكلوي والصدمة وان بعض تلك العمليات تسبب مرض السكري مباشرة بواسطة تداخل مع خلايا بيتا أو العيوب في فعل الأنسولين أو الاعتلالات المميزة الذي تتضمن مرض الأوعية القلبية ومرض الأوعية الصغيرة مثل الشبكية مع فقد الرؤية، مرض الكلى يؤدي الى فشل كلوي ومرض عصبي محيطي مع مخاطرعالية لقرحة القدم وهناك العديد من الاضطرابات الذي لها تأثير على العديد من الأعضاء وهي تتضمن مرض السكري المحفز كيمياوياً أو دوائياً ولمرض السكري علاقة الى بعض الالتهابات أو مرض السكري المرتبط مع بعض الإعراض الوراثية، السكري هو عبارة عن توقف الجسم عن تحويل الكلوكوز في الدم إلى طاقة بسبب إما عدم إنتاج الجسم للأنسولين أو توقف عمل الهرمون ويكون مريض السكري عرضة أكثر من غيره للذبحة الصدرية وأزمات القلب وجلطات الدماغ والعمى والفشل الكلوي كما أن العمر المفيد لكبده يقل بمعدل خمسة عشر عاما عن عمره لدى الأصحاء وهو مشكلة صحية إنسانية رئيسية ويعاني مرضى السكري من الكثيرمن الإمراض الصحية الذي تؤدي الى وفاتهم في سن مبكر، وهو جمع الاضطرابات الايضية الذي تنتج في ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم وهذه الاعتلالات مرتبطة مع ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم الذي يؤدي الى البترamputations، الفشل القلبي cardic failure، مشاكل العين وفشل

كلوي، السكري هو إخلال ايضي ناتج عن حدوث مرض الذي فيه المريض يسلك أعراض مختلفة كنتيجة لارتفاع كلوكوز الدم وهو مرض طويل العمر الذي يؤثر على عدد كبير من الإفراد في العالم مع زيادة عدد الأشخاص الذين يصبحون حساسين لهذا المرض بسبب تغير سلوك ونمط الغذاء ومن غير المقبول لتقسيم مرض السكري للتميز بين الأنواع المختلفة من مرض السكري طبقا الى الاضطراب الفسيولوجي الخاص الذي يؤدي الى ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم وصف المرض منذ فترة طويلة من الزمن وأول ما عرف في التاريخ هو في Ebers Papyrus الذي كتب في الحضارة المصرية قبل أكثر من 3500 سنة وقد كتب عنه بعمق عن المعالجة والمنع وتم تشخيصه من خلال فحوصات إدرار مريض السكري وقد لوحظ في كل الثقافات القديمة وبلغات مختلفة مثل الصينية، العربية والشرق الأوسطية.

انتشار المرض: يصاب أكثر من 1,8 مليون شخص سنويا في الولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة الى مليون حالة تكون غير مشخصة وينتشر مرض السكري من النوع الأول والثاني ويزداد النوع الثاني بسرعة أكثر من الأول بسبب زيادة متطلبات الحياة اليومية والسمنة وسيصل عدد المصابين بمرض السكري عام 2025 الى 300 مليون وتحدث معظم الزيادة في الدول النامية وان معظم الأطفال المصابين بمرض السطر هم من نوع – 1 الذي يعتمد على الأنسولين وتحصل الزيادة في مرض السكري بعمر أكثر من 25 عام.

تشخيص مرض السكري: يعتمد التشخيص على قياس نسبة السكر في الدم حيث يكون الشخص مصاب إذا كانت نسبة السكر في عينة عشوائية أعلى من 200 ملغم\100 مل أي 11,1 ملي مول\لتر مع وجود أعراض وصفية للسكري مثل كثرة التبول وكثرة العطش ونقص الوزن السريع أو نسبة السكر في الدم على الريق أي الصيام لأكثر من مرة أعلى من 140 ملغم\100 مل أو 7,8 ملي مول\لتر أو إذا كانت نسبة السكر في الدم على الريق اقل من 140 ملغم\100 مل أي 115 – 140 ملي مول مع حدوث ارتفاع تركيز السكر إثناء اختبار تحمل الكلوكوز عن طريق الفم لأكثر

من أو يساوي 200 ملغم\100مل أو 11,1 ملي مول\لتر في عينتين أحداهما بعد ساعتين من تناول الكلوكوز لتحويل الأرقام من ملي مول\ لتر إلى ملغم\100 مل نضرب الرقم بالملي مول بالعدد 18 للحصول على رقم معبرا عنه بالملغرام\100 مل ويتم تشخيص مرض السكري بوجود أحدى المؤشرات التالية في يومين مختلفين ووجود أعراض مرض السكر مثل فرط العطش وشرب الماء والتبول مع مستوى السكر في الدم في أي وقت(Random Blood Sugar) أكثر من أو يعادل 200 ملي غرام/100 ملي لتر دم أو 11,1 ملي مول/ لتر دم أو مستوى السكر في الدم صائماً 8 ساعات على الأقل بدون طعام أعلى من أو يعادل 126 مليجرام/100 ملي لتر دم أو7 ملي مول في لتر دم، مستوى السكر في الدم بعد ساعتين من فحص اختبار تحمل الكلوكوز Glucose Tolerance Test أكثر من أو يعادل200 ملي غرام/100 مللتر دم أو 11,1 ملي مول/ لتر دم يمكن تشخيص مرض السكري من المعلومات المتوفرة عن القيم الشاذة لوجود السكر في الدم حيث تكون القيمة أكثر من 200 ملغم\100 مل في حالة أعراض السكري مع تركيز كلوكوز البلازما العشوائي أي ما يعادل 11,1 ملي مول\لتر أو أكثر من 126 ملغم\100 مل أي ما يعادل 7 ملي مول\لتر في كلوكوز بلازما الصيام أو أكثر من 200 ملغم\100 مل أي ما يعادل 11,1 ملي مول \ لتر كلوكوز بلازما خلال ساعتين عندما يكون اختبار تحمل الكلوكوز الفموي 75 غم وهناك ثلاث صفات يمكن استعمالها لتشخيص مرض السكري هي ارتفاع كلوكوز الصيام إعراض المرض مع ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم وشذوذ OGTT ويجهز اختبار تحمل الكلوكوز إما 75 أو 100 غم من الكلوكوز ويجرى الاختبار في الصباح بعد الصيام طوال الليل وعلى الأقل 3 أيام من الغذاء الغني بالكربوهيدرات وهو أكثر حساسية وتخصص من كلوكوز الصيام بمفرده وهناك 2 أو أكثر من القيم للتشخيص وان ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم أو تحمل الكلوكوز تحسن من تناول الغذاء، النشاط الفيزياوي، الشد، الحمل، استعمال الكورتيكوستيرويدات أو المواد الطبية الأخرى، ولا يوصي باستخدام HbA1c لتشخيص مرض السكري بسبب فقد الانتظامية في التقدير على مستوى العالم وهناك

جهود قائمة على مستوى العالم لتعديل قياس HbA1c واقترح استعمال نظام IFCC كمرجع وهناك بعض الصفات الممكن استخدامها لتشخيص مرض السكري هي IGT,IFG(جدول-9) ولتثبيت التشخيص فأن كل قيمة يمكن تطبيقها يوميا بواسطة أي واحد من الحالات الثلاثة المعطاة

جدول (9) صفات تشخيص تحمل الكلوكوز والمرض السكري

الصفة	اعتيادي	IFGH	IGT	مرض السكر
كلوكوز بلازما الصيام	اقل من 100	125 – 100	-	أكثر من 126
ملغم \ 100 مل	اقل من 5	6,9 – 5,6	-	أكثر من 7
OGTT	اقل من 140	–	199 – 140	أكثر من 200
ملغم \ 100 مل	اقل من 7.8	–	11 - 8	أكثر من 11

لغرض التشخيص وان اختبار FPG ناتج عن اقل حالة مرض سكري من OGTT 4,35% و6,34 في الإفراد بدون تاريخ طبي لمرض السكري، تشخيص مرض السكر الأولي، تحمل الكلوكوز غير المؤذي impaired glucose tolerance, IGT وكلوكوز الصيام غير المؤذي impaired fasting glucose, IFG، الإفراد مع IGT أو IFG يمكن ان يصابوا بمرض السكر الأولي وان العينة لتشخيص مرض السكر الأولي يكون منخفض وفي حالة موازية الى العتبة لتشخيص مرض السكر وتشير بأن مستوى كلوكوز بلازما الصيام الاعتيادي لا يكون أكثر من 110 ملغم\100 مل وان يكون مستوى كلوكوز الصيام غير المؤذي مع مستويات كلوكوز البلازما بين110 و125ملغم\ 100 مل ويمكن استعمال HbA1c لإغراض التشخيص.

العيوب الوراثيـــة الوراثية

مرض كور Corr's disease: هو أحد أمراض خزن النشأ النوع الثالث أو ما يسمى Forbes، disease الذي يتميز بغياب إنزيم نزع التفرع الذي يسبب تجمع السكريات المتعددة من نوع الدكستريين المحدود وإنزيم التفرع هو amylo-1,6-glucosidase حيث يحصل بسبب إصابة الكبد والعضلات حيث يكون التركيب الفيزياوي لكلايكوجين الكبد والعضلات شاذ وكميته تزداد.

مرض السكري Diabetes mellitus: مرض البول السكري وهو مرض معقد يصيب العديد من الأفراد ويتميز بارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم مما يفرز الكلوكوز في الإدرار وتبلغ نسبته في بلازما الدم الشرياني 100 ملغم/100 مل دم لذلك يقدر معدل الراشح الكبيبي 120 ملغم/مل/ دقيقة أي أن كمية الكلوكوز تبلغ 120 ملغم/دقيقة في الحالات الطبيعية ويبلغ الحد الأقصى لكمية الكلوكوز الممكن امتصاصها في الدقيقة الواحدة حوالي 350 ملغم ولكن الكمية القصوى من الكلوكوز الممكن امتصاصها هي كمية ثابتة كما هي في الحالات الاعتيادية بالرغم من زيادة نسبتها عن الحد الطبيعي في حالة مرض البول السكري ومن أهم أعراض مرض البول السكري هي ارتفاع مستوى السكر في الدم وزيادة كمية الإدرار في اليوم أي كثرة التبول ويكون لون البول فاتح أو عديم اللون في بعض الأحيان مع ارتفاع كثافته النسبية كما تحصل زيادة في حجم الإدرار في حالة الإصابة بالمرض مقارنة مع الحالة الطبيعية وهي الشعور بالعطش والحاجة المستمرة إلى الماء، وجود الكلوكوز في الإدرار، انخفاض كمية الكلايكوجين في الكبد، خلل في هدم الكربوهيدرات، زيادة هدم الدهون مما تزيد نسبة الدهن في الدم وظهور الأجسام الكيتونيه في الدم والإدرار، الخمول وانخفاض الوزن بسبب عدم الاستفادة من الكربوهيدرات، زيادة تكوين الكلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية، تقل المناعة تجاه الأمراض مما يكون عرضة للاصابة بالعديد من الأمراض، زيادة كمية النتروجين في الإدرار والدم بسبب زيادة هدم البروتينات، ظهور رائحة الأسيتون في الإدرار وفي فم المريض وداء السكري هو عدم

كفاية الأنسولين بالنسبة إلى حاجات الأنسجة إليه وهو ناتج بسبب ارتفاع مستوى الكلوكوز المستمر في الإدرار وداء السكري هو مجموعة من الأمراض الذي سببها عدم كفاية الأنسولين لايض الكلوكوز مما يسبب ظهور glomerular بسرعة تزيد عن سعة أو قابلية الكلى لاعادة امتصاص السكر مما يؤدي ذلك إلى الكلوكوز في الراشح ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم كما يؤدي ذلك إلى ارتفاع مستوى الكلوكوز في الإدرار ومن أنواع داء السكري هي Diabetes insipidus, Diabetes mellitus bronzed diabetes، أن زيادة ترسيب الحديد يسبب تلف الأنسجة مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع حديد المصل وألياف البنكرياس برونزية المظهر بينما في حالة داء السكر من نوع diabetes mellitus فهو مرض معقد يتميز بارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم والإدرار أي انخفاض قابلية الاستفادة من الكلوكوز وفي الحالات العالية وهي تحمل الكلوكوز الضعيف، ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم، ارتفاع الكلوكوز في الإدرار، زيادة هدم اللبيدات والبروتينات، الكيتوزية، ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم، تصلب الشرايين، سمك الأغشية للأوعية الدموية الصغيرة ناتج عن فشل الخلايا البنكرياسية من نوع B في إنتاج الأنسولين أما داء السكر الذي لا طعم له diabetes insipidus فهو الذي يتميز بالحجم الكبير لإدرار التوتر الشديد أو فشل الكلى بالنسبة لعمل هرمون مخاطي لرفع ضغط الدم vasopression.

السكريات الثنائية في الادرار Disacchariduria: وجود السكر الثنائي في الإدرار هو الزيادة في إفراز السكريات الثنائية بسبب فقد أو عجز في إنزيم disaccharidase أي يمكن إفراز 300 ملغم أو اكثر من السكريات الثنائية في الإدرار للأشخاص المصابين به بسبب التلف المعوي وهو عجز وراثي لإنزيماتsucrase, lactase, maltase في العصير المعوي بسبب فشل الإنزيمات المعوية المحللة للسكروز واللاكتوز والمالتوز.

Ehlers-Danlas syndrome: خلل ناتج عن انخفاض النوع الثاني من أمراض خزن الكلايكوجين مع انخفاض سرعة افرازه.

السكريات الخماسية في الادرار pentosuria: حالة مرضية نادرة الحدوث عند تناول الاغذيه الغنية بالسكريات الخماسية مثل الكرز والعنب والخوخ حيث لا يمكن ايض السكريات الخماسية وخاصة الزايلوز الذي هو أحد مكونات مسلك حامض اليورونيك، وجود السكريات الخماسية الأساسية في الإدرار حالة مرضية وراثية نادرة تحدث نتيجة فقد إنزيم fructokinase الكبدي.

وجود الكالاكتوز في الدم Galactosemia: وجود الكالاكتوز في الدم وهو مرض وراثي ناتج عن فقدان أحدgalactose-phosphate uridyl transferase و galactokinase و uridine diphosphate galactose-4-epimerase، فأي خلل لأي من الإنزيمات أعلاه يؤدي إلى ارتفاع مستوى الكالاكتوز في الدم والأنسجة مما يسبب ذلك ظهور أعراض مرضية بسبب عجز تحويل الكالاكتوز إلى كلوكوز مما تحدث مضاعفات مرضيه مثل إعتام عدسة العين واضطرابات عقلية وتأخير النمو وفشل كلوي وتلف الجهاز العصبي ونقص uridyl transferase يؤدي إلى زيادة مستوى الكلوكوز في الدم مما يخفض نشاط aldose reductase في العين مما يؤدي ذلك إلى الإصابة بعتمة عدسة العين cataract أو ما يسمى بالعمى الجزئي وعندما يكون نشاط epimerase طبيعي فأن له القدرة على تحويل UDP-galactose إلى UDP-glucose أي عدم قدرة الأطفال هدم أو بناء الكالاكتوز مما يسبب ذلك ارتفاع أو انخفاض مستوى الكالاكتوز في البلازما والكبد والدماغ مما يسبب فشل النمو وتلف الكبد والجهاز العصبي المركزي وقد يحصل إفراز الكالاكتوز في الإدرار galactosuria ويمكن السيطرة على هذه الحالة من خلال استبعاد سكر اللاكتوز والكالاكتوز من الغذاء وكلا الحالتين تحدث خلل في أيض الكالاكتوز والذي يحصل عليه من هدم سكر اللاكتوز والذي يمكن أن يتحول في الكبد إلى كلوكوز.

وجود الكلوكوز في الإدرار Glucosuria: وهي حالة مرضية ناتجة عن ظهور سكر الكلوكوز في الإدرار عندما يزيد إفراز الكلوكوز في الإدرار عن واحد غرام يوميا وهو تحمل الكربوهيدرات يسبب زيادة مستوى السكر في الإدرار وذلك بسبب فشل

الكلى لاعادة امتصاص الكلوكوز وظهور الكلوكوز في الإدرار عندما يرتفع مستوى السكر في الدم والذي يظهر في diabetes mellitus, hyperthyroidism, acromegaly & pituitary gigantism ويحدث ارتفاع مستوى الكلوكوز في الإدرار نتيجة لارتفاع سكر الدم عن المستوى الطبيعي وهو 180 ملغم/100 مل دم حيث يكون مستوى الكلوكوز اكثر من 180 ملغم/100 مل دم وخاصة في حالة الاضطرابات النفسيةtransient Glucosuria وتحدث هذه الحالة عند التهاب الكلى أو التهاب الأوعية الكلوية.

مرض هير Her: حالة مرضية لامراض خزن الكلايكوجين النوع السادس الذي تحدث في الكبد مما يؤدي إلى زيادة كمية الكلايكوجين في الكبد بسبب نقص phosphorylase.

ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم Hyperglycemia وانخفاض مستوى الكلوكوز في الدم Hypoglycemia: يحصل ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم في حالة البول السكريdiabetes mellitus بينما يحدث نقص مستوى الكلوكوز في الدم في حالة الصيام أو الجوع وفي حالة ارتفاع مستوى الأنسولين hyperinsulinism ويحصل انخفاض في مستوى الكلوكوز في الدم عن الحد الطبيعي وهو 180 ملغم/100 مل دم في حالة الصيام ويصل مستواه إلى 45 ملغم/100 مل دم في حالة الإصابة في الجهاز العصبي ومن أسباب انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم هي الشعور بالجوع الشديد وزيادة إفرازات المعدة، الصداع، التوتر وكثرة العرق وقد تؤدي الإصابة إلى الغيبوبة ثم الوفاة والحالات التي تؤدي إلى انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم هي:

أ- زيادة مستوى هرمون الأنسولين في الجسم عن الحد الطبيعي وسبب انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم هو زيادة سحب الكلوكوز من سوائل الجسم وترسيبه على شكل كلايكوجين ودهون ثم قلة انسياب الكلوكوز من الكبد إلى الدم.

ب. نقص إفراز هرمون قشرة الغدة الكظرية أي أن نقص إفراز هرمونات الغدة فوق الكلوية يؤدي إلى انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم.

ج- نقص إفراز هرمون الثايروكسين أي تفرز الغدة الدرقية هرمون الثايروكسين والذي يسبب انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم.

د - الأمراض الكبدية أي أن إصابة الكبد بالتهاب الكبد الحاد ومرض دفثريا وحالات التسمم بالفسفور والكلوروفورم تؤدي إلى انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم وتحدث بعض الحالات الذي تتميز بخزن الكبد لنوع شاذ من الكلايكوجين مما لا يتحول إلى كلوكوز في الدم.

ه. نقص إفراز هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية مما يسبب ذلك أعراض انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم كما هو الحال في مرض اديسون.

اللاكتوز في الادرار Lactosuria: وجود اللاكتوز في الإدرار وهو حالة مرضية وراثية ناتجة عن أما قصور في إنزيم اللاكتيز lactase في الخلايا المعوية للأطفال أو انخفاض تدريجي في نشاط إنزيم اللاكتيز في أمعاء الأطفال بسبب الفشل في هضم سكر اللاكتوز وعدم تحمل سكر اللاكتوز.

أمراض سكر المانوز Mannosidosis: وهو عيب وراثي ناتج عن تناول أجزاء كربوهيدراتية مشتقة من البروتينات الكربوهيدراتية واللبيدات الكربوهيدراتية وهو خلل ناتج عن الفشل في إزالة سكر المانوز.

مرض فون كيرك Von Gierke: خلل ناتج عن ارتفاع مستوى الكلايكوجين في الكبد بسبب انخفاض مستوى أو عدم وجود glucose-6-phosphate وانخفاض نشاط إنزيم phosphorylase وهو ما يطلق عليه type I glycogenosis حيث يعاني الشخص المصاب من ارتفاع حامض اليوريك في الدم وتوسع الكبد وارتفاع مستوى اللبيدات في الدم hyperlipemia وانخفاض مستوى الكلوكوز في الدم hypoglycemia.

امـراض الكانكليوسـيدات Gangliosidosis وهـي حالـة مرضـية وراثيـة تنتج عن تجمع الدهون السكرية وهو يتضمن نوعين مـن الأمـراض هـيTay-Sachs ومـرض الوعـائي العصـبي gangliosidosis إلا أن مـرض Tay-Sachs هـو الأكثـر شيوعا وهو ناتج عن تخلف في الوظائف العقلية والبدنية وزيادة أخطاء الرؤية ثـم تجمـع الدهون في خلايا العقد العصبية والسبب في ذلك هو الخلل في الإنزيم المحلل للسكريات galactosidase GM_1 الذي يحلل N-acetyl– galactosamine بينما في حالـة مرض الوعاء العصبي هو زيادة محتـوى إنـزيم gangliosidase في الأعضـاء المحيطيـة كالقلب والدماغ.

إفراز الفركتوز في الإدرار Fructosuria: وهي حاله مرضية نـادرة الحـدوث وتحصـــل نتيجـــة اخـــتلال يحصـــل في ايـــض ســـكر الفركتـــوز بســـبب فقـــد إنـــزيم fructokinase في الكبد الذي يعتبر المسلك الرئيسي لفسفرة الفركتوز وبسبب عدم فسفرة الفركتوز فأنه يتجمع في الكبد مما يظهر في الإدرار.

إفراز الكالاكتوز في الإدرار Galactosuria وهي حالة مرضية تحصـل عنـد الأطفال الرضع والأمهات أثناء فترة الحمل والرضاعة وفي فترة الفطام وهـو مـرض وراثـي لا يمكن للمصاب إن يحول سكر الكالاكتوز إلى سـكر كلوكـوز ممـا يـؤدي ذلـك إلى زيـادة تركيز الكالاكتوز في الدم عن الحد الطبيعي مما يفرز في الإدرار.

أمراض خزن الكلايكوجين في الكبد Glycogenosis: وهي حالات مرضية تحدث نتيجة بعض الاختلافات الوراثية النادرة الناتجة عن خزن الكلايكوجين في الكبد والكلى وبعض الأنسجة الأخرى وتحدث نتيجة خلل في الأنزيمات وعلاقتـها بالايض فهو ناتج عن انخفاض أو غيـاب الفوسـفاتيز\مـرض فـون جـيرك أو بسـبب انخفـاض إنزيمـات التفرع أو إنزيمات إزالة التفرع أو نقص الفوسفوريليز وفقد إنزيم acidglucosidase اللايزوسومالي أو فقد أو غياب إنزيم تخليق الكلايكوجين glycogen synthetase حيث يكون الكبد محملا بالكلايكوجين ففي مرض فون جيرك فأن الكبد يكون محملا

بالكلايكوجين الذي لا يستفاد منه وهناك العديد من الاختلالات الوراثية النادرة الناتجة عن خزن الكلايكوجين في الكبد والكلى وهي:

1. **النوع الأول\ مرض فون جيرك Glycogenosis type I**: سبب المرض هو غياب إنزيم الكلوكوز-6- فوسفاتيز الذي له تأثير على الكبد والكلى مما يزيد من الكلايكوجين مما يؤدي ذلك إلى توسع الكبد والفشل في انخفاض الكلوكوز في الدم وإفراز الأجسام الكيتونية في الدم والإدرار Ketosis وارتفاع مستوى اليوريا في الدم وارتفاع مستوى اللبيدات في الدم.
2. **النوع الثاني\مرض بومب(Glycogenosis type II (pompe**: مرض ناتج عن نقص إنزيم glucosidase أو ما يسمى acid maltase الذي يعمل على هدم الكلايكوجين لكي لا يتجمع في اللايزوسومات ويحصل نتيجة زيادة مستوى الكلايكوجين في الكبد والكلى والعضلات.
3. **النوع الثالث\مرض كوري Glycogenosis type III Cori disease**: حالة مرضية ناتجة عن زيادة مستوى الدكسترين dextrinosis بسبب غياب إنزيم إزالة التفرع amylo-1,6-glucosidase الذي يحدث في الكبد والعضلات.
4. **النوع الرابع\مرض اندرسن Glycogenosis type IV**: مرض ناتج عن طفرات وراثية بسبب عجز أو نقص في إنزيم التفرع مما يفشل في تكوين الروابط الكلايكوسيدية في الموقع الأول والسادس أو بسبب زيادة مستوى الاميلوبكتين في الكبد والطحال واعراضه هي ضعف عام وعجز عضلي وعجز في تخليق الكلايكوجين.
5. **النوع الخامس\ مرض ميكاردل (Glycogenosis typeV (McArdle**: مرض ناتج عن نقص إنزيم الفوسفوريليز الذي يحدث في العضلات والقابلية الضعيفة لممارسة التمارين الرياضية وارتفاع نسبة الكلايكوجين في العضلات 2,5–4,1% ووجود كميات قليلة من اللاكتيت في الدم وبعد إجراء التمارين

الرياضية وزيادة مستوى الكلوكوز في الدم بعد تناول كلوكاكون أو ابنفرين وظهور مايكوكلوبين في الإدرار.

6. النوع السادس\مرض هيس Glycogenosis type VI Hess disease:

مرض ناتج عن نقص إنزيم الفوسفوريليز في الكبد مما يسبب زيادة محتوى الكلايكوجين فيه.

7. النوع السابع\مرض تراو Glycogenosis type VII Traue disease:

مرض ناتج عن نقص إنزيم phosphofructokinase في العضلات مما يسبب زيادة الكلايكوجين فيه.

8. النوع الثامن Glycogenosis type VIII: مرض ناتج عن نقص في إنزيم phosphorylase kinase في الكبد مما يزيد محتوى الكلايكوجين في الكبد مما يسبب توسعة.

9. Type IX glycogenosis: وهو مرض خزن الكلايكوجين الوراثي الذي يتميز بواسطة انخفاض الكلايكوجين الكبدي وهو ناتج عن طفرات وراثية بسبب نقص أو عجز في إنزيم تخليق الكلايكوجين في الكبد.

الفصل الثامن

أمراض الجسم

أمراض الجسم

يعتبر الأسبارتام من المحليات الصناعية غير السكرية التي تستخدم كبديل للسكر من المرضى المصابين بداء السكري والمنتظمين في حميات غذائية فهو موجود في العلكة وأغذية أخرى تسبب لمستهلكيها ارتجاجاً في الذاكرة وقلقاً نفسياً وتليفاً كلوياً وعصبية وتدميرا للجهاز العصبي، إن تناول أغلبية المحليات يأتي بهدف تقليل السعرات الحرارية لكنها تؤدي إلى حالات تخمر وانتفاخ في الجهاز الهضمي كما أن بعض أنواعها يرفع أنزيمات الكبد وتقنين استعمالها خصوصاً لمن لديهم نقص في الحامض الأميني تربتوفان تجنباً لإصابتهم بمرض البول الأسود وهذه المواد أشد خطورة على الأطفال من كبار السن لأنهم يحتاجون إلى الكلوكوز الغذائي الطبيعي في عملية التمثيل الغذائي وزيادة استعمالها وتراكمها عند الأطفال يؤديان إلى إشكالات في التمثيل الغذائي واستخدامها كحالات استثنائية للسيطرة على الوزن محذراً من فرط استخدامها على مرضى السكري وجعلها عرضة لتخطي حدود النسب المسموح بها للإضافات أو الملونات ومنها أسبارتام وهو ما يسبب تأثيرات سلبية في الصحة العامة على المديين القصير والبعيد بسبب الأضرار التراكمية فأن زيادة تلك المواد عن الحدود المسموح بها تسهم في إصابة الأطفال بالسرطانات والربو وفي نشر مرض هشاشة العظام بين الأطفال والكبار خصوصاً الموجود منها في المشروبات الغازية وارتباط هذا المحلي الصناعي بمخاطر يتعرض لها مرضى الفينايل كيتون يوريا وبسبب تغيير المادة الكيميائية في الجسم خصوصاً الدماغ يعد المسبب الرئيس للنوبات الدماغية الخطيرة والقاتلة لمرضى داء باركنسون أو الشلل الرعاشي.

أمراض الاسنان

تتكاثر البكتريا سريعاً في الفم عند تناول أغذية سكرية منتجة أحماضاً تتلف طبقة المينا التي تغطي الأسنان ولكن المحليات الصناعية لا تعمل على نمو هذه

البكتريا وبناءا عليه فإن استخدم الأطعمة المحلاة صناعياً بتلك التي تحتوي على السكر الطبيعي فسوف يقل تعرض الأسنان للتآكل.

السمنة

المحليات الصناعية قد تعمل على اضطراب آلية الجسم في حساب السعرات الحرارية وهو ما قد يجعل الإشارات المرسلة إلى المخ عند تناول الأطعمة والمشروبات قليلة السعرات الحرارية تحث الجسم على زيادة الوزن وليس فقدانه فللمحليات الصناعية أضرار على صحة الإنسان فبالرغم من فائدة المحليات الصناعية إلا أنها فشلت في أداء مهمتها الأساسية وهي مساعدة الناس في الاستمتاع بالحلوى دون زيادة الوزن فلقد ازداد وزن هؤلاء ممن تناولوا بدائل السكر بمجرد تناوها فإن أفضل المؤشرات التي تنبئ بزيادة الوزن هي مقدار ما تتناوله النساء من السكارين وعلى الرغم من أن المحليات الصناعية قد تضيف القليل من السعرات الحرارية أو قد لا تضيف أية سعرات فإنها سوف تساعد فقط على إنقاص الوزن إن تم استعمالها بدلاً من السكر فإن استهلاك كل من السكر والمحليات الصناعية قد ازداد كثيراً فالناس يضيفون المحليات إلى السكر الذي نتناوله وبذلك يزيد مجمل السعرات التي نتناولها فأن المحليات الصناعية تساعد على إنقاص الوزن إذا استخدمها الإنسان بذكاء فلا نستطيع أن نفترض مثلاً أن عبارة خالي من السكر تعني خالي من السعرات إن الكعكة التي تصنع من المحليات الصناعية قد لا تحتوي على سعرات السكر ولكنها قد تحتوي على الكثير من سعرات الدهون أو الكربوهيدرات الأخرى بالإضافة إلى السكر فإن المحلي الصناعي أسبارتام والذي يعرف باسم نوتراسويت هو إحدى معجزات تكنولوجيا الغذاء لأنه يصنع من ثلاثة مكونات هي حامضان أمينيان هما الفينيل الانين وحامض الاسبارتيك والميثانول\الكحول المثيلي أو كحول الخشب وإن هذين الحامضين هما أكثر حلاوة من السكر بنحو 200 مرة وبالرغم من ذلك فهو لا يمد الجسم بأي سعرات حرارية تقريباً وقد كان يفترض سابقاً أن هذين الحامضين الأمينين يتم تمثيلهما في جسم الإنسان بنفس الطريقة التي تحدث في المواد الطبيعية التي توجد

في الأطعمة وقد أظهر غير ذلك إذ أن تناول الأسبارتام ضمن بعض المشروبات مثل الصودا قد يسبب زيادة كبيرة من الأحماض الأمينية في مجرى الدم وهذا ما لا يحدث عند تناول البروتين الطبيعي في الغذاءوهذه الزيادة الكبيرة يمكن أن تسبب بعض المشكلات الصحية، السعرات الحرارية الزائدة تؤدي إلى زيادة الدهون وزيادة الوزن، الأشخاص المصابين بداء السكري من النوع -2 زيادة الدهون في أجسامهم تسبب قله الحساسية للأنسولين، فقدان الوزن للأشخاص المصابين بالسمنة الذين يعانون من داء السكري النوع -2 يساهم في تحسين مستوى السكر في الدم ويقلل من خطر العوامل التي تؤدي إلى أمراض القلب فأخصائي التغذية يساعد في تحديد المقدار المناسب الذي يحتاجه اعتمادا على حاجتة للحفاظ على الوزن أو زيادة الوزن أو فقدان الوزن إن اتخاذ الخطوات المناسبة لتأمين السعرات الحرارية مهم لكثير من الأشخاص ولأن المنتجات التي تحتوي على الأسبارتام تحتوي على عدد أقل من السعرات الحرارية ومن الممكن أن يساعد استخدامها بالإضافة إلى ممارسة النشاط البدني بانتظام في تخفيف الوزن علاوة على ذلك أن استخدام الأسبارتام من قبل الأفراد الذي يتناولون وجبات ذات سعرات حرارية عالية قد يصاحبه زيادة في فقدان الوزن كما أن الأسبارتام لا يؤثر على الشهية أو تناول الطعام فالمحليات منخفضة السعرات الحرارية والمنتجات التي تحتوي عليها يمكن أن تسبب زيادة في الوزن وتزيد من مخاطر الإصابة بمشاكل التمثيل الغذائي والمساهمة في مرض السكري من النوع- 2 ومع ذلك فأن المحليات منخفضة السعرات الحرارية قد تكون قطعة واحدة من اللغز في المساعدة على حل مشكلة البدانة فأن المحليات منخفضة السعرات الحرارية والمنتجات التي تحتوي عليها قد تساعد في جهود انقاص الوزن فتكاثر إستهلاك المحليات الصناعية التي لا توفر أي من السعرات الحرارية قصد الرجيم وخسارة الوزن إلا أنه لا يجب غض النظر عن المخلفات الجانبية التي يمكن أن تؤدي إلى تعكرات صحية يمكن أن تؤدي في آخر المطاف إلى الوفاة ويمكن أن يزيد من إنتاج الأنسولين في الجسم عندما يتم استهلاك الاسبارتام مع السكر ومع طول المدة يمكن لمستويات الانسولين المرتفعة أن تسبب ما يعرف بمقاومة الانسولين والذي بدوره يؤدي إلى مرض السكري من النوع -

2 ويسبب ظهور أمراض مرتبطة به والتي في النهاية يمكن أن تؤدي إلى الوفاة ويستخدم مرضى السكر وكذلك الذين يريدون تخفيف أوزانهم السكرين بدلاً من سكر المائدة على نطاق واسع وهو يصنع في شكل أقراص أو مسحوق أو سائل ويستخدم أصحاب الصناعات السكرين في أنواع مختلفة من المنتجات مثل المشروبات الغازية ذات السعر الحراري المنخفض والعلك الخالي من السكر والمربى والجيلي والفطائر ومحليات سلطة الفواكه وتفترض بعض الفحوص التي أجريت على السكرين إمكانية تسببه أحيانا في مرض السرطان.

داء السكري

داء السكري هو داء مزمن قابل للتعديل والعلاج ولكنه غير قابل للشفاء التام ولا يوجد مرض من الأمراض يعتمد علاجه على تنظيم الغذاء مثل مرض السكر باعتبار أن التغذية السليمة هي نصف الطريقة للشفاء ومرض السكر هو خلل مزمن في التمثيل الغذائي للكربوهيدرات ولذا فإن تنظيم التغذية هو أفضل علاج لمرضى السكر الكبار المصابين بالسمنة كما أنه عامل مساعد إلى جانب العلاج الدوائي في علاج سكر صغار السن وتعتبر المحليات الصناعية هبة حقيقية لمرضى السكر فبخلاف السكر الطبيعي الذي يسبب تقلبات خطيرة في نسبة السكر في الدم فإن المحليات الصناعية لا تؤثر على هذه النسبة إطلاقاً فالمحليات الصناعية تسمح لمرضى السكر بالاستمتاع بتلك المشروبات دون التعرض لمخاطر السكر ويصيب مرض السكر الإناث والذكور على السواء وفي جميع الأعمار وإن كانت نسبة إصابة الذكور أعلى قليلا في بعض الشعوب وتتراوح نسبة إصابة الأطفال من 5 -10% وقد تقل عن ذلك في بعض المجتمعات وتزداد نسبة الإصابة به عالميا مع تقدم العمر المتوقع ومع ازدياد حالات الإصابة بالسمنة وقلة الحركة وتغير نمط الحياة ولذا يتحتم على كبار السن إجراء التحاليل الروتينية لاكتشاف المرض مبكرا وعلاجه منعا لأية مضاعفات قد تحدث مستقبلا خصوصا إذا كان هناك تاريخ وراثي وأبرز المضاعفات المزمنة للسكر حدوث تغيرات في سلامة الشرايين الدقيقة في الكلى وتغير مبكر في شبكية العين

وارتفاع ضغط الدم وتصلب الشرايين والتهاب منتشر في شبكية العين ومضاعفات الكلى وإصابة الأعصاب الطرفية والضعف الجنسي عند الذكور وأي مريض بالسكر لابد أن يعي جيدا أن تحديد كميات العناصر الأساسية في الغذاء الذي يتناوله هو أمر بالغ الأهمية وأن يعرف أن هذه العناصر تتضمن النشويات والبروتينات والدهون وأن هذا التحديد يجب أن يتم بدقة وفقا لاحتياجات الجسم ونشاطه ومرحلة نموه ورغم فائدة معظم الأطعمة لمريض السكر إلا أنه توجد أطعمه أكثر صلاحية له من غيرها نظرا لطبيعة المرض ونوع العلاج المستخدم ولذا يجب اختيار أنواع اللحوم الخالية من الدهون والدسم ويفضل دائما اللحوم المسلوقة أو المشوية ويعتبر السمك والطيور منزوعة الجلد أفضل أنواع اللحوم لمريض السكر وخاصة المشوي والمسلوق منها وعلى مريض السكر أن يفاضل بين الأطعمة المختلفة ويجب أن يختار اللبن والجبن المنزوع الدسم ومن الزيوت الذرة وعباد الشمس بدلا من الزبد والسمن ولابد أن يكتفي ببيضة واحدة كل يومين إذا كان كبيراً في السن أما المرضى الصغار فيمكن أن يتناولوا أكثر من بيضة وبعد الاعتماد على الخضراوات والفواكه والبقول أمراً أساسياً في وجبة مريض السكر وإذا ما أراد تناول النشويات فيفضل له المخبوزة من الدقيق غير منزوع النخالة للإقلال من النشويات مع مراعاة زيادة تناول الأطعمة المحتوية على الألياف والبروتينات والفيتامينات ولابد أن تخلو المشروبات والمربيات والحلويات الخاصة بمرضى السكر من السكريات والدهون الحيوانية أما الرز والمكرونة والفطائر فيمكن تناولها كبدائل للخبز ويفضل الأنواع الخاصة التي تصنع خصيصا لمرضى السكر وقد ينصح المريض بتناول كمية إضافية من الأطعمة النشوية في حالة بذله لنشاط حركي وبدني مكثف وذلك لتعويض كمية السكر التي فقدها وحتى لا يتعرض لمضاعفات نقص السكر في دمه وكيفما كان حساب كميات وأنواع الأطعمة التي تتضمنها كل وجبه فلابد أن تخضع لمراجعة دقيقة ليتحقق الهدف من العلاج وضبط مستوى السكر في الدم فمريض السكر حاليا ليس هو المريض الذي يعانى من الحرمان المجحف الذي كان يعانى منه مريض الزمن الماضي حيث تتوافر في السوق كل المحليات الصناعية وتوجد في المحلات الراقية أغذية خاصة لمرضى السكر مثل الشيكولاته والبسكويت والمربى

والمشروبات الغازية والمعكرونة والفطائر المصنوعة من محليات صناعية ودقيق قليل النشويات حتى لا يعاني المريض من عدم تناوله هذه الأطعمة فإذا كنت مصاب بمرض السكري من المهم أن تتناول الطعام الصحي كل يوم للحفاظ على مستويات السكر في الدم والبقاء في صحة جيدة وهناك بعض النصائح هي تجنب الأطعمة كثيرة الدهون المشبعة والسكريات، تجنب اللحوم الدهنية والأطعمة المقلية والحلويات والخبز والكعك، تجنب العصائر والمشروبات الغازية المصنوعة من السكر والمشروبات الغنية بسكر الفاكهة والصلصات، يفضل الطهي بالبخار أو سلق اللحوم والأسماك والدواجن، استبدل القلي العميق باستخدام الدهون المشبعة، بزيت غير مشبع، استخدام كميات صغيرة من زيت الزيتون أو الدهون غير مشبعة، استخدام السمن والزبد بأقل ما يمكن، استخدم الزبادي قليل الدسم بدلا من القشدة الحامضة أو لاستبدال المايونيز، اقرأ الملصقات الغذائية بعناية عند الشراء، استبدل الكاتشب بصلصة الطماطة مع الأعشاب والتوابل، تأكد أن تأكل تشكيلة واسعة من الأطعمة، وجود طبق ملون ومنوع هي أفضل طريقة لضمان تناول الكثير من الفواكه والخضراوات واللحوم وأشكال أخرى من البروتين مثل المكسرات ومنتجات الألبان والحبوب، تناول الكمية المناسبة من السعرات الحرارية للحفاظ على وزن صحي، اختيار الأطعمة عالية الألياف مثل الخبز والحبوب الكاملة والفاكهة والخضار والحبوب فهي تحتوي على الفيتامينات والمعادن الهامة النساء المصابات بسكري الحمل من المهم أن تأكل وجبات متعددة وخفيفة في اليوم الواحد على النحو الموصى به ولا تفوت وجبات الطعام وتجنب العصائر، المشروبات الغازية المصنوعة من السكر والمشروبات الغنية بسكر الفاكهة والصلصات.

وتناول الوجبات والوجبات الخفيفة في أوقات منتظمة كل يوم عند تناول دواء السكري، تناول وجبات الطعام والدواء في نفس الأوقات كل يوم، عند تناول الأغذية السكرية مثل الكوكيز، الكعك أو الحلوى أبدهم بنوع أخر من الكربوهيدرات أو النشويات فالمحليات الصناعية يمكن أن تضاف لمجموعة متنوعة من الأطعمة

والمشروبات من دون إضافة المزيد من الكربوهيدرات في النظام الغذائي الخاص بداء السكري واستخدام المحليات الصناعية ذات السعرات الحرارية المنخفضة بدلا من السكر يقلل بدرجة كبيرة من كميه السعرات الحرارية في الأطعمة طالما كنت على بينة من محتوى الكربوهيدرات يمكن ضبط الوجبة أو الدواء للحفاظ على مستوى الكلوكوز الدم فالأطعمة الخالية من السكر تعنى انه لم يتم إضافة السكر ولكن يجب أن نتذكر هذه الأطعمة لا تزال تحتوي على الكربوهيدرات التي تؤثر على السكر في الدم وهنالك تظافر مابين عدة عوامل لضبط الداء السكري على المدى الطويل فهنالك الأدوية الخافضة لسكر الدم والإنسولين وممارسة الرياضة وإجراء نظام غذائي معتدل وغير قاسي يتناسب مع حاجات المريض وازمان المرض ومن بين أنظمة الحمية تبرز المحليات الصناعية كاكتشاف جيد لتعديل حياة مريض السكري وعدم حرمانه من العديد من الأطعمة والمشروبات، فأن الأسبارتام لا يؤثر على المدى القصير أو الطويل على مستويات السكر في الدم لدى الأشخاص المصابين بداء السكري وتقدم الأطعمة والمشروبات المحلاة بالاسبرتام لمن يعانون من مرض السكري مجموعة متنوعة من المنتجات تتيح الاختيار على نطاق أوسع بكثير ومرونة أكبر في حساب مجموع الكربوهيدرات الكلية التي يتم تناولها وهكذا يمكن أن تساعد المنتجات المحلاة بالأسبارتام هؤلاء الأشخاص على متابعة التوصيات الخاصة بالتغذية مع التمتع بأطعمة ذات مذاق جيد في آن واحد.

سرطان المثانة

تم ربط خطر الإصابة بهذا السرطان باستهلاك كميات كبيرة من السكرين والسيكلامات التي تحذر منها إدارة الأغذية والعقاقير وتنصح باستخدامها باعتدال.

أمراض الكبد

ينبغي قراءة الملصقات الموجودة على الأطعمة المصنعة وخاصة التي تحتوي على المادة الكيميائية التي تدعى بالأسبارتام بحث تؤثر بشكل سلبي على الكبد وتسبب له أمراضاً مزمنة.

فترة الحمل

ينصح مقدمي الرعاية الصحية معظم النساء الحوامل بعدم استخدام مواد التحلية الإصطناعية أثناء الحمل وذلك لآثارها السلبية المترتبة على المولود بحيث تحدث بعض التشوهات الخلقية لدى بعضهم.

الصداع والإنتفاخ وآلام البطن

تتراوح المضاعفات الغذائية التي يتعرض لها البعض من جراء تناولهم لبعض المحليات الصناعية إلى الصداع والتشنج والإسهال وآلام البطن الشديدة، فقد يعتقد البعض بأن هذه الأعراض لا تتعلق بشكل مباشر بهذه المواد إلا أن الكثيرين قد شهدوا تأثراً واضحاً وانزعاجاً كبيراً من تناولهم لها الأمر الذي دفعهم إلى وقفها والحد منها.

السرطان

لم تكن هناك زيادة في أورام المخ أو أي نوع آخر من السرطان ولا يدخل الأسبارتام في مجرى الدم وبالتالي لا يستطيع الانتقال إلى الأعضاء الأساسية بما في ذلك الدماغ وبالتالي ليس هناك من سبب فسيولوجي يفسر لماذا يمكن أن يسبب الأسبارتام السرطان وعلاوة على ذلك صرحت اللجنة العلمية للإضافات الغذائية والنكهات ومساعدات المعالجة والمواد ذات الصلة بالغذاء التابعة للهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية على وجه العموم على أساس الدلائل المتاحة أنه لا يوجد أي مؤشر

على أن الأسبرتام يسبب السمية أو السرطان، أنه ليس هناك ما يدعو إلى إعادة النظر في الكمية اليومية المقبولة من الأسبارتام والبالغة 40 ملغم/كغم من وزن الجسم/ يوم وتدعم إدارة الأغذية والأدوية FDA في الولايات المتحدة استنتاج الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية وتوضح أنه استناداً الى مجموعة كبيرة من الأدلة بما في ذلك العديد من الدراسات عن السرطان والتي لم تظهر أي آثار ضارة وبيانات عن كيفية أيض الأسبارتام من قبل البشر فإنه ليس هناك سبب للاعتقاد بأن الأسبارتام قد يسبب السرطان وتختلف المزاعم التي تثبت أن الأسبارتام آمن ولا يسبب السرطان وأنه لا توجد صلة بين استهلاك الأسبارتام وسرطان الدم وورم الغدد اللمفاوية وأورام الدماغ.

الفينيل كيتون يوريا PKU

هو مرض وراثي نادر يحول دون تمثيل الحامض الأميني الأساسي الفينيل ألانين وهو أحد مكونات الأسبارتام في الجسم بشكل سليم كالأحماض الأمينية الأساسية والضرورية للنمو الطبيعي وأداء الجسم ويجب الحصول عليها من النظام الغذائي حيث أن الجسم لا يستطيع تصنيعها ولهذا السبب يمكن أن يتراكم الفينيل ألانين في الجسم ويسبب مشاكل صحية معينة ويتطلب إجراء فحص روتيني للفينيل كيتون يوريا لدى جميع المواليد الجدد ويتبع الذين يعانون من مرض الفينيل كيتون يوريا حمية خاصة مع قيود شديدة على الفينيل ألانين من جميع المصادر من الولادة وحتى سن المراهقة أو ما بعد ذلك ويجب على المرأة التي تعاني من مرض الفينيل كيتون يوريا أن تتبع نظاما غذائيا خاصا طوال فترة الحمل وبما أنه يتوجب على من يعانون من مرض الفينيل كيتون يوريا أن ينظروا إلى مادة الأسبارتام بوصفها مصدراً إضافياً للفينيل ألانين ويجب أن تحمل الأطعمة التي تحتوي على الأسبارتام عبارة يحتوي على الفينيل ألانين.

السمنة المفرطة

السمنة أو السمنة المفرطة اصبحت ظاهرة خطيرة بدأت في الانتشار بشكل ملحوظ فلا تكاد ترى عائلة الا تجد فيها من ينتمون لنادي السمنة وزيادة الوزن وبدأنا نلحظ أن الكثير من العيادات الطبية الخاصة بدأت في العمل على جعل التخلص السريع والسهل من السمنة تجارة رابحة من خلال عمليات تحويل المعدة وربطها وأسماء غريبة مثل القص واللزق والتدبيس والتحوير والتكميم وخلافه من المعالجات الخطيرة التي افقدت الكثير حياتهم أو جعلت البعض طريح غرفة العناية المركزة والبعض الآخر نجى منها وفقد وزنه، كلنا لا نرغب في السمنة ولا نريد ان نكتسى بها، بل نرغب أن تكون اجسامنا نحيفة رشيقة وجذابة أي نريدها كما وصفها الشعراء في كثير من قصائدهم وقد يجهل الكثير من فئات المجتمع أن السمنة نافذة حادة وخطيرة للكثير من الأمراض المسببة للوفاة مثل السكري وارتفاع الكولسترول وارتفاع ضغط الدم وغيرها من الأمراض التي تؤدي مضاعفاتها إلى الجلطات القلبية والدماغية ناهيك عن الامراض النفسية المصاحبة للسمنة وضعف الثقة في النفس، إن زيادة الوزن الملحوظ في السنوات الاخيرة له اسبابه العديدة ولكن الإفراط في استخدام الالعاب الإلكترونية كوسيلة وحيدة للترفيه أفقدهم الحركة مما اسهم في زيادة وزنهم كما ان إفراطهم في الوجبات الغذائية الخارجية أو ما تسمى بالسريعة كان ها الدور الأبرز والعلامة الفارقة في زيادة الوزن والعلاج في ظني يكمن في عنصرين رئيسيين هما الحركة والتغذية فالحركة من خلال توفير أماكن للترفيه الرياضي في الأحياء السكنية تسمح للجميع كبيراً كان أو صغيراً مزاولة الانشطة الرياضية من ألعاب مختلفة ومتنوعة تسهم في حرق الدهون الإضافية وتمنح الجسم والعقل النشاط الذي يحتاج إليه والعنصر الأخر هو التغذية وفيه يجب التشديد في المقام الاول على اهمية توعية الاهل بعناصر التغذية الصحية وكيفية تقديم وجبات غذائية متكاملة صحية وتجنب العادات الغذائية السيئة والتنبيه الى اهمية مراقبة الوزن وان تزايد الوزن مؤشر غير جيد للصحة وليس العكس وكذلك مراقبة السعرات الحرارية وفي المقام الثاني النظر الى

المطاعم التي اصبحت اليوم اهم عنصر ترفيهي في المجتمع فقد اتجهت بعض الدول إلى إلزام مطاعم الوجبات السريعة بتوضيح عدد السعرات الحرارية في كل وجبة لتنبيه المستهلكين بهدف تحفيزهم على الحد من استهلاك هذه الوجبات لما فيها من مكونات دهنية مضافة تسهم في السمنة بشكل رئيسي وكذلك إلزام هذه الشركات بدور رئيسي بوضع وجبات صحية تجنبا للسمنة، إن إلزام مطاعم الوجبات السريعة والمطابخ المنتشرة بتوضيح نسب الدهون والسعرات الحرارية في الوجبات المقدمة أمر ضروري جدا سيساعد في إعادة التفكير قبل أكل تلك الوجبات وفي الختام لا بد من برنامج غذائي شامل وخطة وقائية وعلاجية تشارك فيها الأسر والجهات الرقابية والصحية والإعلام والتعليم ومقدمو الوجبات السريعة والمجتمع بشكل كامل لحماية المجتمع من العناصر المسببة للأمراض القاتلة كما يجب أن نعود انفسنا ونتبع الارشادات والنصائح بعدم الإكثار من الوجبات غير الصحية والذي سيسهم في رفع درجة الوعي المجتمعي بأهمية تناول الوجبات الصحية التي تساعد على جعل المجتمع أكثر صحة وقوة.

أمراض الصحة

أن المحليات الصناعية قد تشكل أيضاً، العديد من المخاطر الصحية على صحة الإنسان من بينها رفع مخاطر الإصابة بأمراض القلب الخطيرة ومرض السكر وأن أغلب المحليات الصناعية تحتوى على السكروز ومادة الإسبرتام السامة والساكرين بالإضافة إلى عدد من المواد الكيميائية الأخرى التي قد تشكل أضراراً على صحة الإنسان فالأشخاص الذين يتناولونها بمعدلات كبيرة من خلال المشروبات الدايت والأطعمة الخالية من الدسم يصبحون مع مرور الوقت الأكثر عرضة للإصابة بالبدانة كما أن الأشخاص الذين يتجنبون تناول المشروبات المحلاة صناعيا أفضل صحة حيث ثبت أن مشروبات الصودا المحلاة صناعيا تعمل على زيادة فرص الإصابة بمرض السكر النوع -2 وأمراض القلب بالإضافة إلى خلل في آلية عمل التمثيل الغذائي في الجسم فالمحليات الصناعية بمثابة خدعة تسويقية فهي تسبب اضطرابات في الجسم

تجعله غير قادر على احتساب السعرات الحرارية ونتيجة لذلك فإن أطعمة ومشروبات الحمية قد ينتهي بها الأمر إلى زيادة الوزن بدلاً من فقدان الوزن وقد تكون هذه المحليات سببا في زيادة خطر التعرض لمشاكل صحية مثل أمراض القلب والسكري فالناس الذين يستهلكون بانتظام المشروبات الغازية الخاصة بالحمية أكثر من مرة هم أكثر عرضة لزيادة الوزن والسمنة من الناس الذين لا يشربون المشروبات الغازية على الإطلاق وأن الذين يشربون الصودا الدايت لديهم مخاطر مرتفعة للإصابة بداء السكري من النوع -2 وأمراض القلب واضطراب في الاستقلاب وهي مجموعة من الأعراض التي تضع الناس في خطر متزايد يهدد صحتهم فالمخاطر لهذه الآثار الصحية تكون متشابهة عند الناس الذين يشربون المشروبات الغازية الخاصة بالحمية ولا يمكن استبعاد احتمال أن الناس الذين كانوا يشربون المشروبات الغازية الخاصة بالحمية قد اكتسبوا الوزن كرد فعل وتسمى هذه المشكلة السببية العكسية وان شرب المراهقين لصودا الحمية كل يوم بدلاً من الصودا العادية قد اكتسب على مدار 18 شهراً وزناً أقل وقد تيسر المحليات الاصطناعية شيئاً يسميه علماء النفس التشوهات المعرفية وهذا يعني أنها تسمح لنا بخداع أنفسنا وتدفعنا أن نأكل سعرات حرارية أكثر مما ينبغي لنا حقاً ومن الممكن أن تتسبب بعض المحليات الاصطناعية بحالات من الإسهال فضلا عن أن عدم احتوائها على سعرات حرارية قد يكون له تأثير مضاد على صحة الجسم.

المـــــراجع

- Abdallah, M. A; Elkalyoubi,M. and Abd-rashid,A. (1998). Pasteurization systems required for controlling aspartame after taste in low calorie juices.J.Mansoura Univ.Agri.Sci.Vol.23(12) 5585-
- Abd El-fadeel, M. G. (1981). Studies on some fruit juces concentrates. Ph.D.Thesis, Faculty of Agric. Zaqaziq univ.
- Abou – Zaid, M.A; El-Saied, A.A. and Askar, A. (1990). Technological Studies on low calorie apricot nectar. Bull, Nutr. Inst, Cairo, Egypt.Vol. 10 No.(4) 65-
- Al-Anany, K.E. (1990). Studies on the use of some artificial sweetener in the production of juice. M. Sc. Thesis, Food Sci., Fac.Agric., Zaqaziq Univ.
- A.O.A.C. (2000). Association of Official Analytical Chemists. 17^{th} Ed.Inc. USA.
- -Arthey, D. and Ashurst, P.R. (1996). Fruit and human nutrition. In fruit processing, Blackie Academic and Professional, London.
- -Branen,A.L. (2001) Food additives ,Marcel Dekker Inc,New York .
- -Clydesdale,F.M. (1997) Food Additives : Toxicology ,Regulation & Properties .Database on CD-ROM ,CRC prss ,Boca-Raton ,FL.
- -deMan,J.M.(1999) . Principles of food chemistry ,3^{ed}n,A Chapman & Hall Food Science Book,Maryland
- Elewa, N.A. (1982). Production and evaluation of sun dried apricot sheets. M. Sc. Thesis, Fac. Agric. Cairo, univ.
- El-Massri, M.M. (1996). Manufacturing & technochemical properties of some natural low calorie juices. Msc. Thesis. Fac. Of Agric. Ain shams univ.
- El-Shamei, Z.A.; Ibrahim, S.S. and Tamam. A.I. (1994a). Use of aspartame and sorbitol in the production of low

calorie dirnks. 1 – Their effect on the Major constituents of drinks.Egypt. J. Applied Scie. Vol. 9 (1) : 927 –

- El-Shamei, Z.A; Ibrahim, S.S. and Tamam, A.I. (1994 b). Use of aspartame & sorbitol In the production of low calorie drinks.2-Their effect on physical and coloring properties of drinks. Egypt. J. Applied Sci. Vol. 9 (3): 613-
- El-Sherbiny, G. and Rizk, .S. (1981).Variability of chemical constituents related to quality of frozen orange juice during the production season. Egypt. J. Food Sci. 9 (1- 2) : 103 –
- Erdman, J.W. and Schneier, A.G. (1995). Modren nutrition in health and disease: factors Affecting nutritive value in processed foods. Ed 8, vol. 2 , 1569 –
- Fellows, P. (1988). Food processing technology. Principles and practice published jointly in 1988 by Ellis Howood Ltd., Chichester, England p. 210.
- FAO (2007) General Standard for food additives
- Grenby, T.H. (1991). Intense sweeteners for the food Industry; An overview. Trends in food Sci. and Tech. 2 (1): 2 – 6.
- Handwerk, R. and Coleman, I. (1988). Approaches to the citrus browning problem. A review. J . Agr. Food Chem. 36 (1) : 231 –
- Kaanane, A.; Kane. D., and Labuza, T.P. (1988). Time and temperature effect on stability of moroccan processed orange juice during storage. J. Food Sci. 53 (5) : 1470 –
- Kacem, B.; Cornel, J.A.; Marshall, U. shireman, R.B. and Matthews, R.F. (1987). Non-enzymatic browning in Asepticall packaged orange
- Kranup, H.A.; Ruiz, V.C. and Manquian, T.N. (1986). Quality and chemical Composition of 3 cultivars of carrots cultivated in Validivia.Agro. Sug. 14 (2) : 99. c.f. FSTA. (4) M 37.

- Lee, H.S. and Nagy, S. (1988). Quality changes and non enzymic browning Intermediates in Grapefruit juice During storage. J. Food Sci. 53, (1), 168 –
- Lee,F.A. (1983) Basic food chemistry ,2nd ,The Avi publ. Comp. Westport ,CT.
- NgKok, s. and Soleha, I. (1991). Carotenoid and contents of papaya and pineapple: Influence of blanching and predrying treatment. Food Chem., 39 : 175 –
- Newton,D.E. (2007) Food chemistry ,facts on file 132 West 31st street mNew York
- Pastor, M.V.; Costell, E.; Izquierdo, L. and Duran, L. (1996). Optimizing acceptability of a high fruit low sugar peach nectar using aspartame and guar gum. J.Food. Sci., 61(4) : 852-
- Pearson, D. (1976). Composition of fruits and fruit products. In the chemical analysis of foods. 7th edition chuchill Livingstone, London.
- Priestley, R.J. (1979). Effect of heating on food stoffs. Applied Science Publishers, LTD, London pp. 320.
- Prodolliet, J. (1996). Intense Sweeteners. In: Handbook of food analysis. (L.M.L. Nollet, Ed.), Vol. 2, Ch. 45, Marcel Dekker, Inc., New York, Basal, pp. 1835 –
- Ranganna, S. (1987). Manual of analysis of fruits and vegetables products. Tata M.C.Graw, Hill publsihing co. Ld., New Delhi .
- Sanad, A.F. (1991). Technological studies on some sugar products. M.Sci.Thesis in food science. Fac. Agric., Zagazig Univ.
- Simmonds, D. C. (1984). Fruit juice and soft drinks. In: Food Industries Manual. Ranken, M.D. 21st Edition. Leonard Hill Glasgow. London.
- Ting, S.V. and Rovseff, R.L. (1986).Citrus fruits and their products: Analysi. Technology. Marcel Dekker, Inc. New York.p.10.

- Tirdall, H.D. (1983).Vegetables in the tropics. Macmillan Press, London. pp. 412.
- Vieira, E.R. (1998). Elementary food science. 4^{ed}n. Chapman & Hall. int. Thomson pub.ITP pp. 417.
- Walters, E. (2001). Aspartame, a sweet-tasting dipeptide. Dept. of Biochem. And Mol. Biol.Frinch university of health Sci. The chicago Med. School.
- Wong,D.W. (1988). In Mechanism and theory in food chemistry Sweete- ners.an AVI. book, published by Van Nostrand Reinhod, New York, PP.278.
- Yildiz ,F.(2010) Advances in food biochemistry .CRC prss ,Taylor & Francis Group

المحتويات

الموضوع	الصفحة
9. الصناعات الغذائية	29
أ. استعمال السكروز ومشتقاته	29
ب. استعمال اللاكتوز ومشتقاته	30
ج. استعمالات العصائر السكرية	32
- استعمال عصير الكلوكوز \ الكالاكتوز	32
- استعمال عصير السكروز \ الفركتوز	32
4. استعمال مشتقات الذرة	32
أ. عصير الذرة المحول	32
ب. عصير الذرة	33
ج. محليات عصير الذرة	34
5. استعمال مستقات النشأ المحور	36
أ. المالتودكسترينات	36
ب. عصير النشأ	36
ج. النشأ المحور	36
6. استعمال المالتودكسترينات	37
7. استعمال المحليات الطبيعية الاخرى	37
ثالثا: المحليات البديلة الطبيعية	38
اهمية سكر اللاكتوز	38
الفصل الثاني	
تصنيف المحليات	
1. حسب القيمة الغذائية	43
أ. المحليات ذات قيمة غذائية	43
ب. المحليات عديمة القيمة الغذائية	44
2. حسب القيمة الغذائية والسعرات الحرارية	45
أ. المحليات قليلة السعرات الحرارية	45
ب. المحليات ذات القيمة الغذائية والسعرات الحرارية العالية	47
ج. حسب الصفات الغذائية	47
أولاً: محليات غذائية	47
الفركتوز	48
الكلوكوز	49

الموضوع	الصفحة

الفصل الرابع
تخمر المحليات

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة
التخليق الحيوي للسكريات الثنائية	201
1. تخليق سكر اللاكتوز	201
2. تخليق السكروز	201
تخليق السكريات الأحادية	202
أ. تخليق الكلوكوز	202
ب. تخليق الفركتوز	203
ج. تخليق الكالاكتوز	203
تحمل اللاكتوز	203
1. تحمل اللاكتوز الوراثي	204
2. تحمل اللاكتوز المكتسب	204
3. تحمل اللاكتوز الوقتي	205
هضم وتحمل اللاكتوز	205
ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم	206
نقصان سكر الدم	207
السكري	209
انتشار المرض	210
العيوب الوراثية الوراثية	213
مرض كور	213
مرض السكري	213
وجود السكريات الثنائية في الادرار	214
اعراض اهلير- دانلاس	214
وجود السكر الخماسية في الادرار	215
وجود الكالاكتوز في الدم	215
وجود الكلوكوز في الإدرار	215
مرض هير	216
ارتفاع وانخفاض مستوى الكلوكوز في الدم	216
وجود اللاكتوز في الادرار	217
أمراض سكر المانوز	217
مرض فون كيرك	217
امراض الكانكليوسيدات	218

الموضوع	الصفحة

المُحليات الغذائية







عمان - وسط البلد - تلفاكس : 4640597 6 962+
ص.ب 184248 عمان 11118 الأردن
dar_alkindi@yahoo.com